АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

АРХИВ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

V

ИЗДАТЕЛЬСТВО
АКАДЕМИИ НАУК СССР · ЛЕНИНГРАД

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

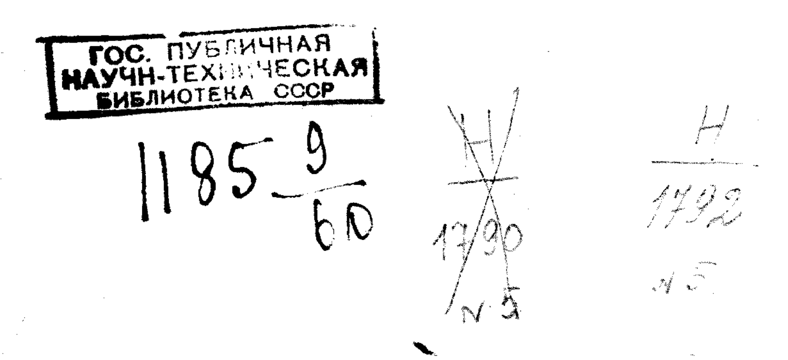
СЕРИЯ I

АРХИВ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Вып. 5

под редакцией
акад. Н. И. Бухарина (гл. ред.), акад. А. А. Борисяка, акад. С. И. Вавилова, акад. А. М. Деборина, акад. Б. А. Келлера, акад. Г. М. Кржижановского, акад. Н. С. Курнакова и акад. В. Ф. Миткевича

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА—ЛЕНИНГРАД · 1935



Напечатано по распоряжению Академия Наук СССР

Май 1935 г.

Непременный секретарь академик *В. Волгин*

Редактор издания академик А. М. Деборин

Отв. секретарь редакции Л. Л. Домгер

Технический редактор К. А. Гранстрем

Ученые корректоры Е. В. Ростовцева, Е. М. Мастыко,
А. А. Мирошников и К. М. Пономарев

Сдано в набор 21 марта 1935 г. — Подписано к печати 9 мая 1935 г.

625 стр. (74 фиг.) + 1 карта
Формат бум. 72 × 110 см. — 39⅝ печ. л. — 46334 печ. зн. — Тираж 3050
Ленгорлит № 12413. АНИ № 621 — Заказ № 1444

Типография „Советский печатник", Моховая, 40

СОДЕРЖАНИЕ — INHALT

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. I · Вып. 5

Х. И. Гарбер

ПРОБЛЕМА „MASCHINERIE" У МАРКСА[1]

„Нельзя вполне понять „Капитал" Маркса и особенно его I главы, не проштудировав и не поняв всей логики Гегеля. Следовательно, никто из марксистов не понял Маркса ½ века спустя!!".

В. И. Ленин. Философские тетради, 1934. стр. 174.

ВВЕДЕНИЕ

Мощный рост социалистической техники в нашей стране повелительно требует систематической научно-исследовательской работы в области теории и истории техники. А между тем вряд ли в какой-либо научной области так мало сделано, как здесь. До сих пор нами органически не усвоена та мысль, что в „Капитале" содержится не только философское, экономическое и политическое учение марксизма, но также и целостная концепция техники — технология. „Капитал" мы еще не привыкли изучать под углом зрения техники. В этом отношении приведенные слова Ленина особенно верны. Но плодотворное изучение техники возможно лишь с углубленной философской точки зрения. Немногие работы, написанные в этой области, страдают существенными теоретическими изъянами. Основным недостатком большинства исследователей является то обстоятельство, что у них нет четкого разграничения понятий, которые встречаются в „Капитале". В этом отношении сыграл известную роль и русский перевод последнего, от которого все исследователи отправлялись. Дело в том, что перевод „Капитала", по крайней мере в части, посвященной технике, страдает существенными недостатками,

[1] Настоящая статья является частью работы „Философия и техника", подготовляемой автором к печати. Поэтому целый ряд вопросов, как-то: двигатель, механизм и т. п., которые нельзя было совсем обойти, вместе с тем не могли найти здесь полного освещения. Предлагаемая вниманию читателя статья была предметом обсуждения в коллективе работников Института истории науки и техники Академии Наук. Автор приносит товарищам большую благодарность за все сделанные при этом ценные критические замечания.

а иногда просто ошибочен. Последний перевод I тома (1934 г.) является, повидимому, лучшим, но в части, относящейся к технике, и он оставляет желать многого. Неудивительно поэтому, что теоретики и историки техники, пользующиеся русским переводом „Капитала", возводят, подчас, ложные построения.

В каждой науке, в том числе, разумеется, и в науке о технике, можно успешно продвигаться вперед лишь при условии оперирования точными понятиями. Но этого, к сожалению, в нашей науке нет. Однако у нас есть все данные для устранения этого недостатка. При этом надо иметь в виду следующее. Наша работа будет успешна лишь при том условии, если мы будем исходить из Маркса, гений которого проявился в самых различных областях знания, в том числе и в технологии. Это означает, что прежде всего мы должны отнестись с величайшим вниманием к тем техническим понятиям и категориям, которыми Маркс оперирует в „Капитале".

У Маркса встречается целый ряд понятий, имеющих отношение к технике, но из них наиболее существенны следующие: Arbeitsmittel (средство труда), Werkzeug (орудие), Maschine (машина) и Maschinerie. Каждое из этих понятий имеет многогранное содержание, все они между собою связаны бесчисленными переходами, но каждое из них вместе с тем имеет особый характер: их единство совмещается с существенным различием между ними. Как мы видели, все приведенные понятия за исключением последнего нашли адэкватный перевод. Понятие же „Maschinerie" переведено неоднозначно: в одних случаях оно переводится „машина", в других „машины", в третьих „машинный механизм" и т. д. Встречаются иногда и курьезные переводы; так, например, в изданном ГИЗом томе I (1929) „Капитала" „Maschinerie" в одном месте переводится посредством слова „наблюдение" (I, 419, 304).[1] Но особенно часто „Maschinerie" переводится по-русски: „машина" и „машины". Последний перевод (М., 1934), которым мы пользуемся, более всего прибегает к слову „машины". Это было бы понятно, если бы Маркс совсем не употреблял последних терминов. Но все дело в том, что Маркс пользуется терминами „Maschine" и „Maschinen". То обстоятельство, что в „Капитале" наряду с ними фигурирует другой термин — „Maschinerie", показывает, что последний имеет особое содержание. Такое предположение становится убеждением, после того как ознакомишься, хотя бы, с 13 главой I тома „Капитала", самое название которой

---

[1] „Капитал" цитируется по следующим изданиям: Karl Marx. Das Kapital. Herausgegeben von Friedrich Engels. Volksausgabe. Besorgt vom Marx-Engels-Lenin-Institut. Moskau. 1 Bd. 1932. II Bd. 1933. III_1 Bd. 1934. III_2 Bd. 1934.

Карл Маркс „Капитал", т. I. Издательство ЦК ВКП(б), М., 1934; т. II—по Собранию сочинений К. Маркса и Ф. Энгельса, т. XVIII, Партиздат, 1933; т. III, Партиздат, 1932. В случае указания в скобках двух страниц, первая означает оригинал, вторая—перевод.

в этом отношении показательно: „Maschinerie und grosse Industrie“, а заглавие первого параграфа таково: „Entwicklung der Maschinerie“. Русский перевод гласит: „Машины и крупная промышленность. Развитие машин“. Таким образом, уже в самом начале 13 главы I т. „Капитала“ мы наталкиваемся на расхождение перевода с оригиналом (I, 387, 418).

Совершенно очевидно, что Маркс не считал возможным пользоваться в определенных случаях ни термином „Maschine“, ни термином „Maschinen“, которые в других местах „Капитала“ встречаются очень часто. В последнем издании I тома „Капитала“ (М., 1934), который мы здесь цитируем, термин „Maschinerie“ продолжают переводить через „машина“ и „машины“, повторяя таким образом предшествующие переводы. Кроме того, интересующий нас термин переводится через „машинный механизм“ (I, 389, 420). Такой перевод не представляется убедительным, ибо у Маркса существует специальный термин „механизм“, наряду с термином „машина“. И если в некоторых случаях в „Капитале“ „Maschinerie“ как бы отождествляется с механизмом (I, 389, 390), то она никогда не приравнивается машинному механизму. Что касается самого факта приравнивания „Maschinerie“ механизму, то, как мы увидим в дальнейшем, в действительности у Маркса речь идет не об отожествлении „Maschinerie“ с механизмом, а об использовании последнего для обозначения сложной структуры „Maschinerie“. Во всяком случае, неоспоримым фактом является следующее: „Maschinerie“ и „механизм“ фигурируют в „Капитале“ как самостоятельные и раздельные понятия. Еще более ошибочно отожествление „Maschinerie“ с машинной системой, которое встречается в русском переводе (I, 403, 434). Дело в том, что у Маркса существует самостоятельное понятие „Maschinensystem“. Последнее, разумеется, связано с понятием „Maschinerie“. Однако же, между ними существует и известное различие. Кстати укажем, что русский перевод смешивает понятие машинной системы с системой машин (I, 395; 426), а между тем Маркс их различает. Эти понятия связаны между собой бесчисленными переходами, но они не тожественны. В дальнейшем мы еще их коснемся, а теперь вернемся к интересующему нас термину. Чем же объяснить подобный русский перевод? Прежде всего некоторой трудностью передать по-русски точный смысл термина „Maschinerie“, во-вторых, недостаточным вниманием переводчиков к техническим терминам, встречающимся в „Капитале“. Французский перевод I тома „Капитала“, под редакцией К. Маркса, передает термин „Maschinerie“ различно: в одном случае „Machinisme“, например, „Machinisme et grande industrie“ (I, 387, 161), в другом — „machines“, например, „Développement des machines et de la production mécanique“ (ibid.), в третьем „mécanisme“ (I, 389; 162), в четвертом „la machine“ (I, 404, 167).[1]

[1] Le Capital. Par Karl Marx. Paris. Traduction de M. S. Roy entièrement revisée par l'auteur.

Достаточно приведенных случаев, чтобы установить, что французский перевод не дает однозначного перевода термина „Maschinerie“. В самом деле, приведенные термины: машинизм, механизм, машина и машины далеко не тождественны по своему содержанию. Английский перевод „Капитала“ в этом отношении более точен, так как сохраняет слово „Maschinerie“. Интересующая нас глава, например, называется „Machinery and modern industry. Section 1. — The development of machinery“.[1]

Ниже будет объяснено, почему английский перевод „Капитала“ сохранил термин „Maschinerie“.

Итак, переводчики „Капитала“ несомненно натолкнулись на трудности, и это вполне понятно. Труднее объяснить, почему многочисленные комментаторы и авторы по теории и истории техники не обратили внимания на понятие „Maschinerie“ и не придали ему никакого значения. Впрочем, до известной степени и их можно понять. Дело в том, что Маркс, сам, в некоторых случаях как бы приравнивает понятия „Maschinerie“ и „Maschine“. Так, например, мы у него читаем. „...kann die Differenz zwischen dem Preise der Maschinerie und dem Preise der von ihr zu ersetzenden Arbeitskraft sehr variieren, wenn auch die Differenz zwischen dem zur Produktion der Maschine nötigen Arbeitsquantum und dem Gesamtquantum der von ihr ersetzenden Arbeit dieselbe bleibt“ (1, 411). См. также следующие страницы: I, 402, 405, 406, 412, 427, 428, 454, 467. В других случаях Маркс как бы приравнивает термины: „Maschinerie“ и „Maschinen“. Так, он говорит: „Die Yankees haben Maschinen zum Steinklopfen erfunden. Die Engländer wenden sie nicht an, weil der „Elende“ („wretch“ ist Kunstausdruck der englischen politischen Ökonomie für den Agrikulturarbeiter), der diese Arbeit verrichtet, einen so geringen Teil seiner Arbeit bezahlt erhält, dass Maschinerie die Produktion für den Kapitalisten verteuern würde“ (I, 412—413). Ср. также следующие места: I, 402, 408, 474. Чем же объяснить то, что у Маркса встречаются подобные высказывания? Дело в том, что „Maschinerie“ в известном смысле есть и „машина“ и „машины“. Эти понятия чрезвычайно связаны, а вместе с тем ни одно из них не тожественно другому.

„Maschinerie“, как мы увидим в дальнейшем, — это своеобразное понятие и его содержание не сводимо к машине как в единственном, так и во множественном числе. Когда Маркс хочет сказать „машина“, например, единичная, или какая-либо особая, он употребляет термин „Maschine“ (см., например, 194-е примечание к 13 главе I т. „Капитала“; см. также III_1 291, III_1 118). Так, в „Капитале“ мы читаем: „Eine Maschine,

---

[1] Capital by Karl Marx. Vol. II, p. 365. London. (В английском издании I том „Капитала“ разбит на 2 части.)

die nicht im Arbeitsprozess dient, ist nutzlos (I, 191). То же самое происходит, когда Маркс хочет сказать „машины“. В этом случае он определенно говорит „Maschinen“ (см., например, I, 392, 283; II, 436 III_2, 816, 817). Исходя из этого, мы в праве сказать, что термин „Maschinerie“ означает нечто отличное от „Maschine“ и „Maschinen“.

На протяжении всех трех томов „Капитала“ мы встречаем этот термин; находим мы его и в других работах Маркса, в частности в работе „Теории прибавочной стоимости“. Поэтому вполне естественно остановить на нем внимание. Особое значение следует придать I тому „Капитала“, потому что, во-первых, здесь содержится специальная глава, посвященная машинной технике, во-вторых, I том издан самим Марксом, и, следовательно, здесь терминология исключительно точна.

Прежде всего мы считаем необходимым указать, что было бы неверно думать, будто термин „Maschinerie“ введен в науку впервые Марксом. Напротив того, он существовал задолго до Маркса и был весьма распространен в английской литературе. Вряд ли мы ошибемся, если предположим, что этот термин заимствован Марксом именно из английских источников. Приведем несколько фактов для подтверждения нашего предположения. В I томе „Капитала“ имеются ссылки на следующие английские источники, причем во всех случаях употребляется термин „Maschinerie“: Рикардо (I, 406, см. также I, 413), Беббедж (I, 410 и другие страницы; их бесполезно называть, так как Маркс очень часто цитирует Беббеджа, а сочинение последнего называется „On the ekonomy of machinery and manufactures“, London, 1832), Р. Торренс (I, 425), „The Industry of Nations“ (I, 403), „Times“ (I, 424), Reports of the Insp. of Fact. for 31 Oct. 1862 (I, 426).

Впрочем, термин „Maschinerie“ не имеет у приведенных авторов строго определенного значения и преимущественно означает нечто количественно большее, нежели машина. Неопределенность этого термина явствует и из всевозможных справочников и словарей. „Maschinerie“ означает то машинное устройство, то совокупность машин, то делание машин, то машинную систему и т. д. Мы не считаем нужным приводить здесь разъяснения этого термина в английских, французских и немецких словарях и энциклопедиях, ибо в большинстве случаев они мало дают для уразумения его в каком-либо определенном смысле. Исключение мы сделаем лишь для словаря Murray, в котором сделана попытка исторического рассмотрения терминологии. В этом замечательном справочнике рассказано об интересующем нас термине довольно подробно. Так, мы узнаем, что термин „Machinery“ довольно стар, притом он не всегда употреблялся в узко техническом значении. Оказывается, он давно уже фигурировал в истории искусства вообще, в истории театра в частности. Обозначал он при этом нечто весьма значительное, а во многих случаях и сверхестественное. Затем следует собственно техническое понимание этого термина. В этом случае „Maschi-

пегу“ обозначает совокупность машин. В этой связи отмечается роль производства замков в истории „Machinery“. Говорится также о государственной „Machinery“ и т. д.[1]

Итак, термин „Maschinerie“ имеет почтенную историю и в различные времена понимался неодинаково. Да и по сей день, несмотря на свое распространение в английской и американской литературе, он не имеет строго определенного значения. Так, например, существует специальная американская энциклопедия, которая называется „Machinery“, где объясняется сущность машинной техники во всем многообразии ее форм. Теперь становится понятным, почему английский перевод „Капитала“ сохраняет термин „Maschinerie“: слово вернулось на родную почву. В английской технической, технологической и экономической литературе этот термин чрезвычайно распространен.

Как мы уже говорили, Маркс систематически пользуется этим понятием. В „Капитале“ (в оригинале) оно встречается на каждом шагу. В некоторых случаях Маркс обозначает этим термином просто нечто сложное и значительное. Так, он говорит об административной „Maschinerie“ (I, 419, 449). Этим же термином он пользуется, говоря о сложности банковской системы (III_2, 652, 434). Но, разумеется, этим совсем не исчерпывается значение интересующего нас термина. Совершенно несомненно, что в учении Маркса о технике термин „Maschinerie“ имеет определенное с о ц и а л ь н о-т е х н и ч е с к о е содержание.

---

[1] Так как эта историческая справка представляет значительный интерес, мы позволим себе привести ее целиком в подлиннике.

A New English Dictionary on Historical principles. Edited by Sir James A. H. Murray. Vol. VI. Oxford, 1908, Part 2, p. 8—9.

Machinery... Also 8 [XVIII век] machinery. Cf. F. machinerie.

1. *Theatr.* and *literary* a. Stage appliances and contrivances... *Obs.* exc. as in 2. b. The assemblage of „machines“... employed in a poem; supernatural personages and incidents introduced in narrative or dramatic poetry.

1687 Winstanley *Lives Poets* 216 Vying with the Opera's of Italy, in the Pomp of Scenes, Marchinry [*sic*] and Musical performance. 1713 Steele *Englishman* No. 52.336 His Machinery is not as Jargon of Heathenism and Christianity. 1714 Pope *Rape Lock* Ded., The Machinery, Madam, is a term invented by the Critics, to signify that part which the Deities, Angels, or Daemons, are made to act in *a* Poem. 1756—82 J. Warton *Ess. Pope* (ed. 4) I, iv. 226. The insertion of the machinery of the sylphs... is one of the happiest efforts of judgment and art. 1799 Han. More *Fem. Educ.* (ed. 4) I. 40. Those who most earnestly deny the immortality of the soul are most eager to introduce the machinery of ghosts. 1848 Mrs Jameson *Sacr. & Leg. Art* (1850) 129 The angels always allowable as machinery, have here a particular propriety. 1861. O'Curry *Lect. MS. Materials Irish Hist.* 242 The rules of these compositions permitted the introduction of a certain *a*mount of poetic machinery.

2. Machines, or the constituent parts of a machine, taken collectively; the mechanism or „works“ of a machine or machines.

1731 in Bailey vol. II. 1765 A. Dickson *Treat. Agric.* (ed. 2) 219 The more machinery there is in any instrument, it is the more liable to be broken. 1776 Adam Smith *W. N.*

В настоящей работе мы не собираемся дать какой-либо перевод этого термина. Наша задача состоит в раскрытии его содержания. Только после этого можно будет задаться вопросом, как перевести интересующий нас термин на русский язык. При этом может случиться и другое: признание ненужности какого бы то ни было перевода в силу трудности передачи на другом языке специфического характера этого термина. Итак, в настоящей работе делается попытка исследования, какое техническое и социальное содержание Маркс вкладывал в понятие „Maschinerie“. Мы исходим из убеждения, что это имеет фундаментальное значение для правильного суждения о марксовом учении о технике.

I. ПОНЯТИЕ МАШИНЫ

В введении мы говорили о том, что понятие „Maschinerie“ имеет у Маркса совершенно определенное содержание. Это было высказано лишь предположительно, исходя из сопоставления различных терминов, которые встречаются в „Капитале“. Теперь необходимо показать, в чем же состоит существо этого понятия. С этой целью следует внимательно присмотреться, в каких случаях Маркс пользуется термином „Maschinerie“, и при каких обстоятельствах он употребляет термин „машина“. Совершенно очевидно, что здесь можно пользоваться только оригиналом, ибо перевод, как указано выше, не передает этого различия. Начнем с рас-

---

I. XI (1869) I. 256 In consequence of better machinery... a much smaller quantity of labour becomes requisite. 1803 *Med. Jrnl.* IX 291 The communication is then formed and interrupted alternately by means of machinery. 1872 veats *Techn. Hist. Comm.* 180 Lockmaking was indoubtedly the parent of much of our machinery. 1878 Jevons *Prin. Pol. Econ.* 73 Spinning machinery, which can do an immense quantity of work compared with the number of hands employed.

b. *transf.* und *fig.*

1770 Junius *Lett* XI 206 *note* Luttrell,.. for whom the whole machinery is put in motion, becomes adjutant-general. 1788 Gibbon *Decl. & F.* I (1846) v. 12 The nice and artificial machinery of the Greek and Roman republics. 1818 Hallam *Mid. Ages* (1872) I. 451 The terrible and odious machinery of a police. 1855 Macaulay *Hist. Eng.* XIV III. 409 The whole machinery of government was out of joint. 1859 Darwin *Orig. Spec.* IV. (1878) 65 She (Nature) can act on the whole machinery of life. 1876 Freeman *Norm. Conq.* V XXIV. 464. Nor does the machinery of the court seem to have been greatly altered.

c. A system or a kind of machinery *lit.* and *fig.*

1849 Macaulay *Hist. Eng.* III. I. 290 The beacons... where regarded rather as curious relics of ancient manners than as parts of a machinery necessary to the safety of the state. 1864 *Spectator* 438 The County franchise... is... a machinery for returning anybody the local peers choose to nominate. 1866 Carlyle *Remin.* (1881) Little... sea villages... with their... rude innocent machineries.

3. *attrib.*

1877 *Daily News* 8 july 2/5 There is now... a machinery hall, an agricultural hall, and an armoury. 1898 *Engineering Mag.* XVI. 100 A machinery installation... should be one source of energy.

крытия технического содержания понятия „Maschinerie" с тем, чтобы после этого перейти к исследованию его социального содержания. При этом следует иметь в виду, что разграничение технического момента от социального есть не более как методологический прием с целью более детального раскрытия содержания интересующего нас понятия. Вообще-то в известных пределах различие между этими моментами существует и объективно. Поскольку техника базируется на принципах естествознания, постольку в ней действует в известных пределах имманентная техническая закономерность. С последнею имеет дело механика. Однако, технология не есть механика. В качестве общественного учения о технике технология может лишь условно разделять социальный и технический моменты в предмете своего исследования.

Таким образом мы начинаем с понятия „машина".

В технической литературе машина определяется весьма разнообразно. Мы не станем приводить здесь выдержки из различных книг — читатель, знакомый с вопросом, это и так знает. Остановимся лишь на мысли Редтенбахера, который усматривал в машине принужденность движений в противоположность свободному действию сил в природе.[1]

По существу именно эта точка зрения нашла свое дальнейшее развитие в кинематике Рело и отсюда перешла во всю техническую литературу. Знаменитое определение Рело гласит: „Машина есть соединение способных к сопротивлению тел, которое так устроено, что посредством его можно заставить механические силы природы действовать в сопровождении определенных движений".[2]

Во всей современной технической литературе, в частности в нашей, при определении машины исходят из Рело; при этом надо заметить, что по существу его определение является кинематическим определением машины. Но последнюю техника определяет и с точки зрения кинетики, и здесь-то начались затруднения. Учение Рело встретило возражения в научно-технических кругах. В. В. Арнольд говорит по этому поводу: „Следует, однако, упомянуть, что полное и исключительное господство метода Рело едва ли может быть признано удовлетворяющим правильно понятым интересам развития машиностроения: теория эта, оставляя совершенно в стороне чисто динамическую сторону и выдвигая на первый план вопросы кинематики, страдает некоторою односторонностью; кинематика, разорвав связь с динамикой, в крайних своих выводах подвергается опасности стать на путь узкого формализма и полной оторванности от основной задачи машины (преобразование энер-

---

[1] „Dieser unfreie gezwungene Zustand, in dem sieh alle Teile einer Maschine befinden und sich notwendig befinden müssen, unterscheidet ihre Bewegungen und Wirkungen wesentlich von den freien Tätigkeiten, wie sie in Natur vorkommen"... F. Redtenbacher. Prinzipien der Mechanik etc. Mannheim, 1859, S. 207.

[2] F. Reuleaux. Theoretische Kinematik. Braunschweig, 1875, S. 38.

гии), в силу чего в последнее время наблюдается определенная реакция против односторонних увлечений учением Рело (например, у Лоренца)“.[1]

Таким образом мы видим, что с определением машины в технической литературе дело обстоит значительно хуже, чем это может показаться с первого взгляда. Наиболее распространенное определение машины — определение Рело — встречает оппозицию, и не без основания, так как, по указанию критиков, Рело по существу имеет дело не с машиной, а с чистым механизмом. Такое положение вещей влечет за собой сомнение в возможности дать исчерпывающее определение машины. Именно это мнение стало распространяться в научно-технических кругах. Проникло оно и в марксистскую литературу. Так, например, С. Бессонов пишет: „...если определять машину чисто технически, то определение никогда не может быть точно, ибо явление, подлежащее определению, непрерывно развивается... Недаром Маркс так не любил точных определений. В его анализе машины отсутствует момент определения“.[2]

Мы не разделяем приведенного мнения по нескольким основаниям:

1. В состоянии развития находится не только техника, но и все, существующее, и тем не менее, как действительность в целом (материя) так и формы ее проявления (отдельные предметы, явления и т. д.) определяются соответствующими науками.

2. Неправильно думать, что в технической литературе отсутствуют определения машины, — на самом деле их имеется не одно, а несколько, причем каждое из них правомерно лишь в известных пределах (с точки зрения динамики, кинематики и т. д.).

3. Маркс в качестве ученого искал точные определения и находил их во всех нужных ему случаях, в частности, как мы увидим далее, Маркс дал определение машины. Само собой разумеется — определения Маркса, в отличие от определений буржуазной науки, отражают процесс становления предмета во всем многообразии его форм и противоречивом характере его развития. Это относится и к машине.

Перейдем к рассмотрению взгляда Маркса на интересующий нас вопрос. Как известно, Маркс критиковал математиков и экономистов за их понимание машины. В этой связи представляет большой интерес его известное письмо к Энгельсу от 28 января 1863 г. Здесь мы

[1] В. В. Арнольд. Основы учения о машинах. Изд. 2, 1925, стр. 141—142.

[2] С. А. Бессонов. Развитие машин. Изд. „Моск. Рабочий“, 1926, стр.131, см. также стр. 241. Это не мешает С. Бессонову на стр. 129 своей книги утверждать диаметрально противоположное: „Прошло 60 лет, как Маркс дал классическое определение машины, а буржуазные экономисты, техники, юристы все еще спорят о том, что такое машина“. Трудно согласовать эти два утверждения. В самом деле, если верно, что „Маркс дал классическое определение машины“, то неверно, что „в его анализе машины отсутствует момент определения“. Этот пример между прочим показывает, насколько даже такие серьезные авторы, как С. Бессонов, невнимательны к понятиям, которыми они пользуются в своих исследованиях по теории и истории техники.

читаем: „Ты знаешь, — а может не знаешь, ибо дело это само по себе неинтересное, — что ведутся большие споры по поводу того, чем машина отличается от орудия. Английские (математические) механики, следуя своей обычной грубости, называют орудие простой машиной и машину сложным орудием.“ Для того, чтобы было ясно, в каких терминах выражена эта мысль у Маркса, приведем немецкий текст. Он гласит: „Du weisst oder weisst auch nicht, denn die Sache an sich gleichgültig, dass grosser Streit darüber, wodurch sich Maschine von Werkzeug unterscheidet. Die englischen (mathematischen) Mechaniker in ihrer groben Manier nennen tool a simple machine und machine a complicated tool“.[1]

В „Капитале“ Маркс раскрывает сущность ошибки механиков. Соответствующее место гласит: „Математики и механики — и это повторяют некоторые английские экономисты — объявляют орудие простой машиной, а машину сложным орудием. Они не видят здесь никакого существенного различия и даже простые механические средства как рычаг, наклонную плоскость, винт, клин и т. д. называют машинами. Действительно, каждая машина состоит из таких простых средств, как бы они ни были замаскированы и скомбинированы. Однако, с экономической точки зрения это толкование совершенно непригодно, потому что в нем отсутствует исторический элемент.“ („Mathematiker und Mechaniker — und man findet dies hier und da von englischen Ökonomen wiederholt — erklären das Werkzeug für eine einfache Maschine und die Maschine für ein zusammengesetztes Werkzeug. Sie sehn hier keinen wesentlichen Unterschied und nennen sogar die einfachen mechanischen Potenzen, wie Hebel, schiefe Ebne, Schraube, Keil usw., Maschinen. In der Tat besteht jede Maschine aus jenen einfachen Potenzen, wie immer verkleidet und kombiniert. Vom ökonomischen Standpunkt jedoch taugt die Erklärung nichts, denn ihr fehlt das historische Element“) (I, 388).

Как видим, Маркс усматривает существенное различие между орудием и машиной. Рычаг, винт и т. д., которые в технической литературе и по сей день называются простыми машинами, Маркс считает простыми механическими средствами. Далее, механики, исходя из несомненного факта наличия этих простых механических средств в каждой машине, делают ошибочное заключение об отсутствии принципиального отличия между орудием и машиной. Тем самым механики видят только количественное различие между ними, тогда как здесь налицо качественная разница. Даже с узко технической точки зрения это очень существенно для понимания природы машины, тем более это важно с общественно-исторической точки зрения.

Следует отметить, что и в научно-технической литературе встречается критика учения о так называемых простых машинах. Укажем

---

[1] Marx-Engels. Gesamtausgabe, 3. Abteilung, Bd. III. Marx-Engels-Verlag G. M. B. H. Berlin, 1930, S. 123.

на А. И. Сидорова, который пишет: „Так называемые «простые машины» (рычаг, наклонная плоскость и т. д. *X. Г.*) суть не машины и не части машин, а орудия или приспособления (преимущественно для подъема грузов), не имеющие даже определенного движения“.[1] И далее проф. Сидоров продолжает: „то, что действительно встречается в наших машинах и называется «рычагом» — есть с нашей точки зрения звено или член механизма, несущее на себе сплошные элементы трех вращательных пар с параллельными осями“ (там же, стр. 133). Вывод проф. Сидорова таков: „Итак, мы видим, что никаких «простых машин» нет и тем более «все машины» из них не составляются“ (там же, стр. 135).

Приведенные замечания проф. Сидорова показывают, что критика учения о так называемых простых машинах не только возможна с социальной точки зрения, но и необходима с точки зрения техники. Тем больший интерес представляют взгляды Маркса, и приходится сожалеть, что проф. Сидоров, как и большинство его коллег по специальности, не знают „Капитала“ — в противном случае он сумел бы сделать далеко идущие выводы в своей критике учения о так называемых простых машинах.

Вернемся, однако, к различению орудия и машины. В вышеприведенном письме к Энгельсу Маркс продолжает: „Английские же технологи, несколько больше считающиеся с экономией, различают их таким путем (и за ними многие, и даже большинство английских экономистов), что в одном случае движущая сила исходит от человека, а в другом — от силы природы. Немецкие ослы, которые в таких мелочах велики, сделали отсюда вывод, что плуг, например, является машиной, а сложнейшая Дженни и т. д. — нет, раз она приводится в движение рукой.“ В оригинале читаем: „Die englischen Technologen jedoch, die etwas mehr Rücksicht auf Ökonomie nehmen, unterscheiden beide dadurch (und nach ihnen viele, die meisten englischen Ökonomen), dass in einem Fall die motive Power vom Menschen, im andern von a natural force ausgeht. Die deutschen Esel, die in solchen Kleinigkeiten gross sind, haben daher beschlossen, dass ein Pflug z. B. eine Maschine ist und die komplizierteste Jenny etc., soweit durch Hand bewegt, nicht“ (ib.).

Чрезвычайно важно отметить, что Маркс отделяет английских технологов от механиков и сближает первых с экономистами. Далее, отправление от двигателя при выяснении различия между орудием и машиной Маркс, повидимому, считает более понятным, нежели исходную точку зрения механиков. Однако, и технологи не правы. В „Капитале“ о последних сказано так: „с другой стороны, различие между орудием и машиной хотят открыть в том, что при орудии движущей силой служит

[1] **Проф. А. И. Сидоров. Основные принципы проектирования и конструирования машин. М., Макиз, 1929, стр. 132.**

человек, при машине же — сила природы, отличная от человеческой силы, например, животное, вода, ветер и т. д. Но тогда запряженный быками плуг, относящийся к самым различным эпохам производства, был бы машиной, а Claussens Circular Loom (круговой ткацкий станок Клауссена), который, будучи приводим в движение рукой одного рабочего, делает 96 000 петель в минуту, был бы простым орудием. Мало того, один и тот же ткацкий станок был бы орудием, если он приводится в движение рукой, и машиной, если приводится в движение паром. Так как применение животной силы есть одно из древнейших изобретений человечества, то оказалось бы, что машинное производство предшествовало ремесленному производству" (I, 419). Из оригинала явствует, что проблема превращения орудия в машину продолжает обсуждаться в терминах Werkzeug и Maschine, без упоминания Maschinerie: „Andrerseits sucht man den Unterschied zwischen Werkzeug und Maschine darin, dass beim Werkzeug der Mensch die Bewegungskraft, bei der Maschine eine von der menschlichen verschiedene Naturkraft, wie Tier, Wasser, Wind usw. Danach wäre ein mit Ochsen bespannter Pflug, der den verschiedensten Produktionsepochen angehört, eine Maschine, Claussens Circular Loom (Rundwebstuhl), der, von der Hand eines einzigen Arbeiters bewegt, 96000 Maschen in einer Minute verfertigt, ein blosses Werkzeug. Ja, derselbe Loom wäre Werkzeug, wenn mit der Hand, und Maschine, wenn mit Dampf bewegt. Da die Anwendung von Tierkraft eine der ältesten Erfindungen der Menschheit, ginge in der Tat die Maschinenproduktion der Handwerkproduktion voraus" (I, 388—389).

Итак, не только английские механики с их „обычной грубостью", но и английские технологи, „несколько больше считающиеся с экономией", не сумели выяснить сущность машины. Таким образом, мы можем сказать, что Маркс был первым ученым, который поставил вопрос о превращении орудия в машину. Его предшественники и современники, видевшие лишь количественное различие между последними, тем самым не ставили подобного вопроса. Вот, что мы читаем в „Капитале": „В мануфактуре исходной точкой переворота в способе производства служит р а б о ч а я с и л а, в крупной промышленности — средство труда. Поэтому прежде всего необходимо исследовать, каким образом средство труда из орудия превращается в машину, или чем отличается машина от ремесленного инструмента" (I, 418).

При выяснении вопроса о социальном моменте в машине следует иметь в виду, что при изучении последней Маркс исходит из противопоставления крупной промышленности мануфактуре. Т. е. не имманентная техническая закономерность как таковая, а технико-экономическая взаимосвязь привлекается Марксом для решения этой проблемы. Не отрицая известного основания в допущении определенной имманентной технической закономерности, Маркс считал, что понять превращение орудия в машину возможно лишь с общественно-исторической точки

зрения. Он показал, что это превращение происходит при определенных экономических условиях. В этой связи представляет большой интерес следующий отрывок из III тома „Капитала“: „Итак, с одной стороны, ростовщичество разрушает и уничтожает античное и феодальное богатство и античную и феодальную собственность, с другой стороны, оно разрушает и разоряет мелкокрестьянское и мелкобуржуазное производство, коротко говоря, все формы, при которых производитель еще является собственником своих средств производства. При развитом капиталистическом способе производства рабочему не принадлежат условия его производства, — поле, которое он возделывает, сырой материал, который он обрабатывает, и т. д... Но этому отчуждению условий производства от производителя отвечает в данном случае действительный переворот в самом способе производства. Разъединенные рабочие объединяются в крупной мастерской для выполнения отдельных, связанных между собой функций; орудие[1] превращается в машину“ (III, 644). Достойно быть отмеченным, что последняя фраза приведенного отрывка в оригинале заканчивается словами „Das Werkzeug wird zur Maschine“ (III_2, 428) и здесь нет термина „Maschinerie“. Таковы действительные общественно-экономические условия, при которых появляется новое средство труда — машина.

Проблема превращения орудия в машину связана с капиталистическим способом производства. Присмотримся ближе к этому процессу. Буржуазные ученые (механики, технологи и т. д.) подошли к проблеме различения орудия и машины метафизически. Основным недостатком их было полное игнорирование социально-экономического момента в развитии техники. Это означало, что они рассматривали интересующую нас проблему (орудие — машина) с точки зрения имманентной технической закономерности, т. е. под углом зрения механики, кинематики и т. д. На этих путях буржуазная наука не сумела пойти дальше количественного различения машины от орудия и тем самым оказалась не в состоянии понять своеобразие нового средства труда — машины. Маркс подошел к вопросу с общественно-исторической точки зрения, и это дало ему возможность блестяще разрешить эту труднейшую проблему.

Что же такое машина и возможно ли дать ей определение?

Нам представляется, что у Маркса содержится определение машины. В противоположность тому, что утверждают некоторые авторы, Маркс не только не избегает давать определений машины, но, напротив того, формулирует их во всех случаях, когда это ему нужно по ходу исследования. Обратимся к „Капиталу“. Здесь есть все данные для ответа на поставленный вопрос. Прежде всего, как мы уже знаем, машина развивается из орудия. Общая формулировка этого процесса выражена

---

[1] В русском переводе сказано „орудие труда“, но в оригинале написано просто „Werkzeug“.

в следующих словах: „Das Arbeitsmittel aus einem Werkzeug in eine Maschine verwandelt wird" (I, 388). Но орудие становится, как мы видели, машиной лишь в определенных экономических условиях. Точнее говоря, лишь с появлением развитой капиталистической промышленности (III_2, 428). Спрашивается, до этого периода существовала машина или нет? На этот вопрос следует ответить утвердительно. Ведь еще со времени Витрувия пытались так или иначе определить машину. Но в таком случае получается явное противоречие. Однако, за этим видимым противоречием скрывается чрезвычайно сложный процесс развития техники. Попробуем разобраться в этом трудном вопросе.

Когда Маркс говорит о превращении орудия в машину, он имеет в виду определенную машину — машину, вызвавшую промышленную революцию. Сущность последней объяснена им в вышецитированном письме к Энгельсу следующим образом:

„Die industrielle Revolution beginnt, sobald der Mechanismus da angewandt, wo von alters her das finale Resultat menschliche Arbeit erheischt, also wo nicht, wie bei jenen Werkzeugen, von jeher der eigentlich zu bearbeitende Stoff nie mit der menschlichen Hand zu tun hatte; wo der Mensch der Natur der Sache nach nicht von vorn herein als blosse power wirkt".[1] Для того, чтобы это стало совершенно ясно, следует учесть, что Маркс различал двоякого рода орудия: те, „на которые человек с самого начала действовал только как простая двигательная сила, как, например, при вращении вала мельницы, при насосах, при подымании и опускании рукоятки раздувального меха, при толчении в ступе и т. д." (I, 422), и такие орудия, в которых рабочий выступал „выполняющим собственно имеющуюся в виду операцию" (I, 421). Об орудиях первого рода Маркс говорит так: „Sie recken sich, teilweise innerhalb, sporadisch schon lange vor der Manufakturperiode, zu Maschinen, aber sie revolutionieren die Produktionsweise nicht. Dass sie selbst in ihrer handwerksmässigen Form bereits Maschinen sind, zeigt sich in der Periode der grossen Industrie" (I, 392).

С точки зрения промышленной революции основное и решающее значение имеют именно орудия второго рода. В качестве наглядного примера орудия, в котором отчетливо проявляется различие между человеком, выступающим как двигательная сила, и человеком, выполняющим собственно производственную операцию, Маркс приводит прялку. „Например, при работе на прялке нога действует только как двигательная сила, между тем как рука, работающая при веретене, щиплет и вращает, т. е. выполняет собственно операцию прядения. Как раз эта последняя часть ремесленного инструмента и захватывается промышленной революцией..." (I, 422).

---

[1] Marx-Engels. Gesamtausgabe, 3. Abteilung, Bd. III. Berlin, 1930. S. 125.

Таким образом, нужно строго различать машины до периода крупной промышленности и после этого периода. Первые машины выступают лишь в ремесленной форме „in handwerksmässigen Form“ (I, 392). Они суть ремесленные машины, „handwerksmässige Maschinen“ (I, 509). Эти машины существуют в эпоху мануфактуры и даже много раньше, в эпоху ремесла, частью и в рабовладельческом обществе. Орудия эпохи мануфактуры, превратившиеся в машины, суть орудия, на которые человек действовал как двигательная сила. Орудия эпохи промышленного переворота, превратившиеся в машину, суть орудия, при которых человек выполнял собственно производственную операцию. Машины, появляющиеся в мануфактурный период, принципиально отличны от машин эпохи крупной промышленности. Последние вызывают промышленную революцию, первые — нет. Когда Маркс ставит проблему превращения орудия в машину, он имеет в виду определенную общественно-историческую эпоху — промышленный переворот, следовательно у него в этом случае идет речь не об орудии вообще, а об определенном орудии (развитом), и не о машине, как о таковой, а об определенной машине (революционизирующей промышленность). Присмотримся ближе к процессу превращения первого во второе. Мануфактура подготовляет крупную промышленность и с технической, и с экономической стороны. Поэтому для понимания процесса превращения орудия в машину необходимо самым внимательным образом изучить мануфактуру. Вот, что Маркс пишет по данному вопросу: „Мануфактурное разделение труда путем расчленения ремесленной деятельности, специализации рабочих инструментов, образования частичных рабочих, их группировки и комбинирования в один совокупный механизм создает качественное расчленение и количественную пропорциональность общественного процесса производства, т. е. создает определенную организацию общественного труда и вместе с тем развивает новую общественную производительную силу труда“ (I, 413). Орудие эпохи мануфактуры достигает значительного развития не только с количественной стороны, но, что очень существенно, и с качественной. В эпоху мануфактуры имело место производство самих рабочих инструментов и сложных механических аппаратов. Маркс приводит описание Юром такой мастерской. Здесь было и сверло, и резец, и токарный станок. Притом за каждым из них стоял особый рабочий. „Этот продукт мануфактурного разделения труда, — говорит Маркс, — в свою очередь произвел машины“ (I, 417). В другом месте Маркс развивает следующую мысль: „Уже в XVII веке была сделана попытка приводить в движение 2 бегуна и 2 же постава посредством одного водяного колеса, но увеличение размеров передаточного механизма вступило в конфликт с недостаточной силой воды, и это было одним из тех обстоятельств, которые побудили к более точному исследованию законов трения. Точно так же нерегулярность действия двигательной силы на мельницах, которые приводились в дви-

жение ударом и тягой, при помощи коромысел, привели к теории и практическому применению махового колеса, которое впоследствии стало играть такую важную роль в крупной промышленности. Таким образом мануфактурный период развил первые научные и технические элементы крупной промышленности“ (I, 424—425). В этих словах с исключительной ясностью показана техническая преемственность между мануфактурой и собственно промышленным капитализмом.

Совершенно бесспорна роль машин мануфактурного периода в подготовке условий для возникновения доподлинно машинной техники. Машины, как мы знаем, существовали еще много раньше—в эпоху ремесла. Но вот что чрезвычайно важно установить. Лишь в эпоху крупной промышленности обнаруживается, что они суть машины. Таким образом, машина в собственном смысле слова появляется лишь в период развитых капиталистических отношений (к этому вопросу мы еще вернемся). Именно тогда оказывается возможным доподлинное освобождение машины от исторической формы орудия, только здесь машина начинает всецело определяться принципами механики.

„Только с дальнейшим развитием механики, — говорит Маркс, — и с накоплением практического опыта форма машины начинает всецело определяться принципами механики и потому совершенно эмансипируется от старинной формы того орудия, которое превратилось теперь в машину“ (I, 431).[1]

Итак, орудие превратилось в машину, но это не означает, что последнее вытеснило первую. Маркс так объясняет возникшее между ними отношение: „Durch die Maschine wird, wie wir sahen, das Werkzeug nicht verdrängt. Aus einem Zwergwerkzeug des menschlichen Organismus reckt es sich in Umfang und Anzahl zum Werkzeug eines vom Menschen geschaffnen Mechanismus“ (I, 405).

Заметим между прочим, что Маркс продолжает исследование проблемы орудие—машина, обходясь без термина „Maschinerie“.

Для того чтобы иметь полное представление о машине, следует еще указать на то, что появление ее не связано с каким-либо определенным двигателем. Он может быть живым (человек, животное) или механическим (ветряной, водяной и т. д.) (см. I, 391).

После всего сказанного можно спросить, что же такое машина? На это Маркс дал ответ еще в „Нищете философии“. Здесь он писал: „La machine est une réunion des instruments de travail, et pas du tout une combinaison de travaux pour l'ouvrier lui-même“ (Marx-Engels.

---

[1] Мы обращаем между прочим внимание читателя на то обстоятельство, что Маркс при исследовании проблемы орудие—машина систематически оперирует определенной терминологией. Конец приведенной цитаты в оригинале таков: „...des Werkzeugs, das sich zur Maschine entpuppt“ (I, 401).

Gesamtausgabe. 1. Abteilung, Bd. VI, Moskau-Leningrad, 1913, S. 200), т. е. машина есть соединение орудий труда. В „Капитале" этот вопрос выяснен весьма обстоятельно. Так, мы узаем, что „in der Tat besteht jede Maschine aus jenen einfachen Potenzen, wie immer verkleidet und kombiniert" (I, 388). Маркс имеет в виду рычаг, клин, винт и т. д. Но нам уже известно, что эти элементы явно недостаточны для уразумения принципиального отличия машины от орудия, ибо здесь нет исторического момента. Последний обязывает также к очень внимательному рассмотрению технического своеобразия возникшего средства труда. Поэтому здесь следует подчеркнуть независимость машины от характера двигателя. Правда, это накладывает определенную печать на машину, особенно когда в роли двигателя выступает человек: „отдельная машина остается карликовой машиной, пока она приводится в движение только человеком" (1,430). Таким образом, машину можно определить как соединение орудий, приводимых в движение одним двигателем, независимо от характера последнего.

Углубляясь в анализ исторического элемента, присутствующего в машине, следует помнить, что по Марксу последняя в подлинном значении возникает лишь в период крупной промышленности; что же касается машин, существовавших до этого периода,—ремесленных, то лишь в период крупной промышленности обнаруживается, что они именно суть машины. С какой же машиной связана промышленная революция? Общеизвестно, что таковой является рабочая машина. Таким образом, проблема превращения орудия в машину перерастает в проблему превращения инструмента в рабочую машину. Тем самым сущность машины как таковой выясняется из природы рабочей машины. Вчитаемся еще раз в знакомые нам слова: „Es ist also zunächst zu untersuchen, wodurch das Arbeitsmittel aus einem Werkzeug in eine Maschine verwandelt wird, oder wodurch sich die Maschine vom Handwerksinstrument unterscheidet" (I, 388).

Итак, Маркс общую формулировку „Werkzeug — Maschine" тотчас же переводит на более конкретный язык: „Handwerksinstrument — Maschine". Что Маркс имеет при этом в виду рабочую машину, совершенно четко явствует из „Капитала". Нам уже известно, что Маркса особенно интересует машина, вызвавшая промышленную революцию, но как раз „die Werkzeugmaschine ist es, wovon die industrielle Revolution im 18. Jahrhundert ausgeht" (I, 390).

Однако приведенная выдержка содержит и еще несколько иной смысл. По существу эти два положения: Werkzeug — Maschine и Handwerksinstrument—Maschine обозначают вот что: орудие превращается в машину неоднократно, но особенное значение имеет превращение ремесленного инструмента в машину. Таким образом, нам представляется, что второе положение уточняет первое: не просто орудие, а орудие в форме ремесленного инструмента превращается в машину.

Что мы правильно истолковываем Маркса, видно и из другого места. Указав на вышеупомянутую прялку, в которой нога действует как двигательная сила, а рука выполняет собственно функцию прядения, Маркс заключает: „Как раз эта последняя часть ремесленного инструмента (des Handwerksinstruments) прежде всего и захватывается промышленной революцией...“ (I, 391; 422). Вот почему у нас есть все основания говорить, что не просто орудие, а орудие, достигшее известной ступени развития, превратилось в машину. Итак, развитое орудие мануфактурного периода переросло в машину.

Если речь идет об отдельной машине, то следует иметь в виду, что она выступает в самых различных формах. Рассматривая машину под углом зрения ее специальной функции, можно выделить различные машины, как то: машины-двигатели, рабочие машины и т. д. У Маркса встречаются в числе многих машин следующие: Bewegungsmaschine (I, 389) Dampfmaschine (I, 403), Arbeitsmaschine (I, 389), Schermaschine (I, 403) и т. д.

Если мы отвлечемся от специфической формы каждой машины и будем искать в них общее, то все они выступают в качестве того или иного средства труда. Машина, не служащая в процессе труда, не отвечает своему назначению: „Eine Maschine, die nicht im Arbeitsprozess dient, ist nutzlos“ (I, 191).

С большой подробностью Маркс выяснил роль рабочей машины. Таким образом, когда речь идет о развитом орудии мануфактурного периода, переросшего в машину, следует иметь в виду прежде всего *рабочую машину*. На эту сторону вопроса исследователи совсем не обратили внимания. Теперь нам понятно, что если речь идет не о машине вообще, а о машине, явившейся исходным пунктом крупной промышленности, то дело сводится к *превращению орудия рабочего в орудие машины*, т. е. к возникновению *машинного орудия*. Определение машины у Маркса базируется на последнем. Итак, рабочая машина есть механизм, оперирующий орудиями рабочего. Именно в такой форме возникла последняя. „Машина, от которой исходит промышленная революция, заменяет рабочего, действующего одновременно только одним орудием, — механизмом, который разом оперирует *массой* таких же или однородных орудий и приводится в действие одной двигательной силой, какова бы ни была форма последней“ (I, 423).

Говоря о машине вообще, мы установили, что в собственном смысле слова она прежде всего возникла в форме рабочей машины в эпоху крупной промышленности. Маркс в качестве величайшего диалектика рассматривает машину в ее историческом становлении и каждый раз в конкретной форме ее существования, в связи с ее социальными координатами. Вместе с тем он анализирует переходы от одной стадии ее социально-технического бытия к другой. Нет машины вообще — она всегда существует в определенной форме. Маркс

с исключительной глубиной показал, что машина в собственном смысле слова возникает как рабочая машина. Здесь сказалась сила того закона, который Ленин выразил в следующих словах: „Общее существует лишь в отдельном, через отдельное. Всякое отдельное есть (так или иначе) общее. Всякое общее есть (частичка или сторона или сущность) отдельного. Всякое общее лишь приблизительно охватывает все отдельные предметы. Всякое отдельное неполно входит в общее и т. д. и т. д.“[1] Но сущность рабочей машины не была бы нами до конца понята, если бы мы не обратили внимания на то, в какой форме она в свою очередь возникает. Вместе с тем будет установлено, в какую именно машину какое орудие превратилось. „Капитал“ не оставляет на этот счет никаких сомнений. Этой машиной была прядильная машина Джона Уайтта (Wyatt) от 1735 г.; именно она возвестила о промышленной революции XVIII века. Маркс раскрывает ее историческое значение в следующих немногих словах изобретателя: „Машина для того, чтобы прясть без помощи пальцев, гласила его программа“ (1, 419). Т. е. орудие превращается не в машину вообще, а именно в машину-орудие. В этой конкретной машине выступил специфический характер возникшей рабочей машины. После сказанного не может оставаться никаких сомнений насчет сущности рабочей машины.

В „Капитале“ содержится изумительно ясное определение последней: „Итак, рабочая машина — это механизм, который, получив соответственное движение, совершает своими орудиями те самые операции, которые раньше рабочий совершал подобными же орудиями“ (I, 421). Следовательно, в рабочей машине орудие перешло от человека к механизму.

Из этого перехода вытекает следующий фундаментальный факт эмансипация рабочей машины от ограничений, которым подчинено ручное орудие. В самом деле, в то время как человек, в силу своей естественной организации, в состоянии действовать лишь определенным количеством орудий, рабочая машина способна оперировать огромным числом орудий. С первого взгляда может показаться, что различие здесь лишь количественное, но на самом деле мы имеем в этом случае новое качество огромной значимости. Достаточно сказать, что разросшаяся рабочая машина приводит к необходимости создания более мощного двигателя и к разрастанию передаточного механизма со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Итак, машина есть соединение орудий труда. Особенно отчетливо сущность ее выступает в рабочей машине, являющейся соединением инструментов, которыми раньше оперировал рабочий. Мы говорим: инструментов, а не орудий — для того, чтобы подчеркнуть специфический характер рабочей машины. Известное место из „Капитала“ гласит: „Если

---

[1] В. И. Ленин. Соч., изд. 2-е, т. XIII, стр. 303.

мы присмотримся ближе к машине-орудию, или собственно рабочей машине, то мы в общем и целом увидим в ней, хотя часто и в очень измененной форме, все те же аппараты и орудия, которыми работает ремесленник и мануфактурный рабочий; но это уже орудия не человека, а орудия механизма, или механического орудия. Мы увидим, что или вся машина есть лишь более или менее измененное механическое издание старого ремесленного инструмента, как в случае с механическим ткацким станком, или прилаженные к корпусу рабочей машины действующие органы являются старыми знакомыми, как веретена у прядильной машины, спицы у чулочно-вязальной машины, пилы у лесопильной машины, ножи у резальной машины и т. д.“ (I, 420—421).

Из этого следует, что машина в собственном смысле слова исторически возникла в форме рабочей машины. Вот почему вне анализа последней невозможно понять и машину вообще. Само собой разумеется, что подобное понимание машины принципиально отлично от определения механиков и технологов, которых критиковал Маркс. Когда они говорили, что машина есть сложное орудие, а орудие — простая машина, они не понимали того, что речь идет об определенном орудии (Handwerksnstrument'е) и об определенной машине (рабочей машине). Отправляясь от данных естествознания, механики и технологи оказались неспособными определить машину. Наибольших успехов механики добились лишь на пути раскрытия кинематической природы машины. Историческое значение машины выяснено лишь в „Капитале“. Здесь Маркс выступил в качестве гениального технолога, а не только в качестве величайшего экономиста. Только Маркс с исключительной ясностью показал, в чем состоит принципиальное отличие орудия от машины, в это оказалось для него возможным потому, что он открыл социальный момент в последней.

В качестве создания рук человека машина должна быть объяснена не только на основе данных естествознания, но и на фундаменте обществознания. Именно потому, что Маркс раскрыл социальный момент в машине, он сумел дать ее определение.

При этом, как в „Нищете философии“, так и в „Капитале“ Маркс ссылается на Беббеджа, который говорит следующее: „Соединение всех этих простых инструментов, приводимых в движение общим двигателем, составляет машину“ (I, 423).

Значит ли это, что понятие машины у Маркса совпадает с тем же понятием у Беббеджа? Ни в коем случае. Маркс хотя и высоко ценил этого английского ученого, тем не менее относился к нему, как и к другим представителям буржуазной науки, сугубо критически. Об этом в частности свидетельствуют следующие слова Маркса: „Доктор Ure в своем апофеозе крупной промышленности тоньше чувствует своеобразный характер мануфактуры, чем прежние экономисты, чуждые его полемической задаче, и даже чем его современники, например,

Беббедж, который хотя и превосходит Юра в качестве математика и механика, но рассматривает крупную промышленность, собственно говоря, лишь с мануфактурной точки зрения“ (I, 397). У Маркса были все основания говорить таким образом о Беббедже. Достаточно привести из книги последнего лишь одну выдержку, чтобы убедиться в том, что английский ученый неясно представлял себе специфику машины. „Разница между инструментом и машиной не поддается точному определению; также не является необходимым в популярном объяснении этих терминов строго ограничивать их применение. Инструмент обычно более прост, чем машина; его всюду употребляют, работая рукой, в то время как машина зачастую приводится в движение силой животного или пара“.[1]

Из приведенных слов видно, что упрек Маркса по адресу механиков и технологов относится и к Беббеджу. Последний, как и все буржуазные ученые, не понял исторического значения рабочей машины, и потому от него ускользнуло существенное отличие орудия от машины, а стало быть и путь превращения первого во второе. То обстоятельство, что Маркс счел возможным привести определение машины Беббеджа и притом дважды, свидетельствует лишний раз о том, что Маркс, проявлявший величайшую добросовестность в научной работе, привлекал к решению занимавшей его проблемы высказывания своих предшественников и современников. Притом Маркс поступал так и в тех случаях, когда эти высказывания бывали принципиально неверны (для критики), и в тех случаях, когда они содержали ценные мысли. В случае с Беббеджем имеет место последнее.

Определяя машину как соединение орудий труда, Маркс имеет в виду и машину вообще, но при этом он указывает, что последняя в собственном смысле слова выступает лишь в эпоху промышленного переворота. Это, видимо, не учитывают некоторые исследователи. и потому ошибочно толкуют исторический взгляд Маркса на технику. Так, например, Б. М. Гессен пишет следующее: „Суть исторического взгляда на определение машины заключается в том, что в разные эпохи машина имеет разное назначение“.[2] Марксово определение машины исходит из различия, существующего между ней и орудием. Все дело в том, что машина возникает лишь на определенной ступени экономического раз-

---

[1] „The difference between a tool and a machine is not capable of very precise distinction; nor is it necessary, in a popular explanation of those terms, to limit very strictly their acceptation. A tool is usually more simple than a machine; it is generally used with the hand, whilst a machine is frequently moved by animal or steam power. The simpler machines are often merely one or more tools placed in a frame, and acted on by any moving power.“ (Charles Babbage. On the economy of machinery and manufactures. London, 1832, pp. 10—11).

[2] Б. М. Гессен. Социально-экономические корни механики Ньютона. М.—Л., 1933, стр. 54.

вития. Если исходить из точки зрения Б. М. Гессена, то каждое из существовавших определений машины верно для той или иной эпохи. Между тем Маркс разоблачает заблуждение своих предшественников, указывая прямо на их неправоту. Так, например, он говорит, что рычаг и наклонную плоскость неправильно называть машинами, ибо они суть простые механические средства и т. д.

Великая заслуга Маркса состоит в разграничении понятий: орудие и машина, (мы видели, каким путем осуществляется превращение первого во вторую). Этого не только не сумели сделать буржуазные ученые до Маркса, но этого, повидимому, они не в состоянии сделать и теперь. Даже такой видный буржуазный ученый как Вернер Зомбарт не разобрался в этом и по сей день, хотя в его сочинениях технике уделено большое внимание. В своей известной работе он делает следующее „открытие". Наш век, говорит он, называют веком машин. Это, по его мнению, совершенно не верно, если тем самым хотят сказать, что они раньше не применялись и только теперь изобретены и нашли себе применение. Машина, заключает Зомбарт, так же стара, как и орудие. Впрочем, Зомбарт находит возможным все же называть наш век веком машин. [1]

Зомбарт, который Маркса читал и не мало позаимствовал из „Капитала", делает вид, что ему ничего неизвестно о марксовом понимании машины. В частности он обходит молчанием взгляд Маркса, согласно которому машина появляется лишь на определенной стадии экономического развития общества.

Как мы видели, в „Капитале" дано разработанное учение о превращении орудия в машину. Утверждение, что машина столь же стара, как и орудие, означает смешение различных понятий, вполне объяснимое у механиков и технологов середины XIX века, но недопустимое после Маркса, особенно в XX веке. Однако, справедливость требует признать, что Зомбарт проводит различие между орудием и машиной. А именно под машиной он понимает активное рабочее средство, служащее для замены человеческого труда, тогда как орудие, по его мнению, имеет своим назначением помогать человеческому труду. Машина, заключает Зомбарт, стремится эмансипироваться от человеческого организма. [2]

---

[1] „Man nennt unser Zeitalter das Maschinenzeitalter. Sehr mit Unrecht, wenn man damit ausdrücken will, dass früher keine Maschinen in Anwendung gewesen und jetzt erst erfunden und angewendet seien. Die Maschine ist vielmehr ebenso alt wie das Werkzeug. Und doch hat es einen guten Sinn, unser Zeitalter als das der Maschine zu bezeichnen." (Werner Sombart. Der moderne Kapitalismus. III. Bd., 1. Halbband. München und Leipzig, 1927, S. 104.)

[2] „Wir verstehen unter einer Maschine ein aktives Arbeitsmittel, das zur Ersetzung menschlicher Arbeit dient, im Gegensatz zum Werkzeug, das dazu bestimmt ist, menschliche Arbeit zu unterstützen. In der Maschine tritt also wiederum der allgemeine Zug unsrer Zeit die Technik von den Schranken der lebendigen Natur zu entwalten, zutage. Dieses Mal ist es der menschliche Organismus, von dem man sich zu emanzipieren trachtet." (Werner Sombart. Der moderne Kapitalismus. III. Bd., 1. Halbband, München und Leipzig, 1927, S. 103.)

— Последнее положение само по себе верно, однако, взятое в контексте, оно выглядит иначе. Дело в том, что не только машина, но и орудие есть активное средство в руках человека. Вообще средство труда, в какой бы форме оно ни выступало, активно по самому своему характеру, но эта активность более эффективна в одном случае (машина) и менее эффективна в другом (орудие). Само собой разумеется, что здесь налицо не только количественное различие, но и качественное своеобразие, ибо то или иное средство труда характеризует данную ступень общественного экономического развития. С другой стороны, не только орудие, но и машина призвана облегчить человеческий труд. При последней это достигается в большей степени, нежели при первом. Что касается замены человеческого труда, то это вопрос чрезвычайно сложный. Его мы коснемся позднее.

Еще на одно заблуждение буржуазной науки мы считаем необходимым обратить внимание. Речь идет о взгляде Espinas'а на машину. Орудие, по его мнению, нераздельно с работником и является проекцией вовне. В отличие от орудия, говорит французский автор, машина является проекцией не конечностей, а сочленений, позволяющих производить соответствующие движения.[1]

Espinas примыкает в своих воззрениях к Каппу, на которого он сам ссылается:[2]

Мы в свое время указывали[3], что учение Каппа ненаучно. В сущности даже орудие невозможно понять как проекцию естественного органа, тем менее оснований для утверждения, что машина является проекцией сочленений. Теория проекции стоит на внеисторической точке зрения и не в состоянии объяснить ни появления орудия, ни превращения его в машину. Рассматривая технику абстрактно-натуралистически, ее представители приходят к явно идеалистическим выводам.

[1] „L'outil ne fait qu'un avec l'ouvrier; il est la continuation, la projection au dehors de l'organisme; l'ouvrier s'en sert comme d'un membre prolongé sans presque penser jamais à en remarquer la structure ni à chercher comment ses diverses parties s'adaptent si bien leur but. Le travail obtenu par son aide peut donc paraître encore naturel. Qaant à la machine, elle est une projection non plus des parties terminales des membres, mais de l'articulation, qui unit les membres entre eux et au tronc et leur permet, en jouant les uns sur les autres, d'exécuter des mouvements déterminés à l'exclusion des autres mouvements“ (Alfred Espinas. Les origines de la technologie. Paris, 1897, pp. 45—46).

[2] „La théorie de la projection est de la plus haute importance pour la philosophie de l'action; elle y joue le rôle que joue l'idéalisme dans la philosophie de la connaissance. Ce point de vue a été développé pour les oeuvres de la main humaine par Kapp: Grundlinien einer Philosophie der Technik, 1877; il s'étend à toutes les productions du vouloir humain, collectif aussi bien qu'individuel,“ u (Alfred Espinas. Les origines de la technologie. Paris, 1897, p. 45.)

[3] См. Х. И. Гарбер. Гносеология и техника (Сборник Академии Наук СССР „Памяти В. И. Ленина“, стр. 124—127). Необходимо отметить, что в атой статье не проводится разграничения машины от „Maschinerie“. Впрочем, это разграничение имеет более существенное значение для технологии, чем для гносселогии.

Ни органы, ни их сочленения ничего не могут объяснить нам при изучении машины. Из истории нам известно, что, когда техник в конструции машины пытался воспроизводить действие органов человеческого тела, он безнадежно топтался на месте. Орудие еще связано с органом человеческого тела (не в порядке проекции, а в силу зависимости орудия от работника: его силы, опыта, ловкости, верности глаза и т. д.), но к машине это относится уже значительно меньше, вернее совсем не относится. Она строится и действует на основании законов природы и всецело свободна от естественной ограниченности человека. Попытка воспроизведения в машине органов тела и их действия несомненно имела место в истории техники, однако, это обстоятельство свидетельствовало не о правильности учения о проекции, а о незрелости самой машинной техники. Здесь будет уместно привести следующий отрывок из I тома „Капитала“:

„До какой степени старая форма средства производства господствует вначале над его новой формой, показывает, между прочим, даже самое поверхностное сравнение современного парового ткацкого станка со старым, современных воздуходувных приспособлений на чугуноплавильных заводах с первоначальным беспомощным механическим воспроизведением обыхновенного кузнечного меха, и, быть может, убедительнее всего, — первая попытка построить локомотив, сделанная до изобретения теперешних локомотивов: у него были, в сущности, две ноги, которые он попеременно поднимал, как лошадь. Только с дальнейшим развитием механики и с накоплением практического опыта форма машины начинает всецело определяться принципами механики и потому совершенно эмансипируется от старинной формы того орудия, которое превратилось в машину“ (I, 431).

Попытка буржуазной науки осмыслить общественную роль техники окончилась неудачей по всей линии. Английские ученые, как Беббедж и Юр, высказали не мало интересных мыслей по вопросам технологии, но, будучи ограничены кругозором буржуазного общества, они не сумели подняться до целостно научной концепции техники. Немецкие механики Редтенбахер и Рело иногда оказывались более прозорливыми в понимании общественной роли техники, нежели многие представители буржуазного обществознания, но они, разумеется, не могли дать общественного учения о технике, тем более, что это и не входило в их задачу. Такие философы техники, как Капп и Нуаре в Германии и Эспинас во Франции высказали отдельные значительные мысли, но в целом не создали основ для научного изучения техники. Не лучше обстоит и с буржуазными экономистами.

Итак, проблема „орудие — машина“ не была разрешена ни одним из направлений буржуазной науки. Бессильными оказались одни за другими: механики, технологи и экономисты. Философия техники наиболее ярко выявила немощь буржуазной теоретической мысли.

Только Маркс разрешил эту проблему, только он раскрыл сущность машины.

В этом разделе мы пытались установить, что такое машина. Анализ вопроса показал, что это невозможно сделать вне понятия рабочей машины, ибо машина в собственном смысле слова есть дитя крупной промышленности. А в эту именно эпоху машина исторически возникла в форме рабочей машины. Было бы, однако, ошибкой думать, что этим самым мы до конца раскрыли сущность интересующей нас проблемы. Нужно пойти значительно дальше для того, чтобы понять прошлое.

В самом деле, мы все время говорим о машине как продукте крупной промышленности. Спрашивается, что же является технической основой последней? До тех пор, пока мы не ответили на этот вопрос, мы имеем лишь самое предварительное представление о машинной технике. При этом нужно обратить сугубое внимание на то, что именно рабочая машина подводит нас вплотную к новой проблеме.

Указав на сущность машины, от которой исходит промышленная революция (а мы уже знаем, что таковой является именно рабочая машина—I, 420, 422), Маркс высказывает следующую мысль: „Здесь мы имеем перед собой м а ш и н у, но пока еще только как простой элемент машинного производства“ (I, 423). Теперь нам нужно от этого простого элемента итти вперед к сложному целому. Это значит, что из области машины мы переходим в сферу „Maschinerie“.

II. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ „MASCHINERIE“

Выше мы старались установить основные моменты, характеризующие процесс превращения орудия в машину. Мы отмечали, что Маркс исследует этот процесс в определенных терминах. Процесс этот оказался исторически обусловленным, приводящим технику на более высокую ступень. Маркс говорит о существовании многих различных машин, каждая из которых имеет соответствующее название: двигательная машина (I, 389), рабочая машина (там же) и т. д. Мы считаем необходимым еще раз напомнить, что при исследовании проблемы „орудие—машина“ Маркс оперирует определенными терминами. Приведем еще одну выдержку, где речь идет об отношении орудия к машине: „Erst nach weiterer Entwicklung der Mechanik und gehäufter praktischer Erfahrung wird die Form gänzlich durch das mechanische Prinzip bestimmt und daher gänzlich emanzipiert von der überlieferten Körperform des Werkzeugs, das sich zur Maschine entpuppt“ (I, 401).

Из приведенных отрывков с несомненностью явствует, что во всех тех случаях, когда Маркс выясняет процесс превращения орудия в машину, он употребляет термин „машина“, но не „Maschinerie“. Случайно ли это? Ни в коей мере. Выше мы уже установили,

что у Маркса идет речь не о возникновении машины вообще, а о появлении рабочей машины, точнее говоря, о превращении орудия рабочего в машинное орудие. При исследовании этого процесса Марксу не нужен термин „Maschinerie“. Но как только речь заходит о дальнейшем существовании возникшей рабочей машины, Маркс тотчас же вводит этот новый термин. В том же письме к Энгельсу мы читаем:

„Nun ist es aber gar keine Frage, dass, wenn wir uns nach der Maschine in elementarischer Form umsehen, die industrielle Revolution nicht von der bewegenden Kraft ausgeht, sondern von dem Teil der Maschinerie, den der Engländer die Workingmachine nennt...“ (стр. 123).

Еще определеннее выступает этот момент в „Капитале“. Закончив полемику с механиками и технологами, Маркс, только что говоривший в терминах Werkzeug — Maschine, тут-же вводит новый термин „Maschinerie“, притом сразу же он выступает в форме определения. Но прежде чем привести это место, процитируем следующие слова из „Капитала“: „Dieser Teil der Maschinerie, die Werkzeugmaschine, ist es, wovon die industrielle Revolution im 18. Jahrhundert ausgeht“ (I, 390).

Отсюда с очевидностью следует, что нельзя отделять во времени появление рабочей машины от „Maschinerie“. Орудие рабочего очень медленно перерастает в машинное орудие, но последнее, раз появившись, как бы стремится выйти за свои собственные границы и становится частью более обширного целого. А теперь подойдем к решающему определению „Maschinerie“.

Знаменитое место „Капитала“ гласит:

„Alle entwickelte Maschinerie besteht aus drei wesentlich verschiedenen Teilen: der Bewegungsmaschine, dem Transmissionsmechanismus, endlich der Werkzeugmaschine oder Arbeitsmaschine“ (I, 389).

Читатель, знакомый с русским переводом, убеждается, что это замечательное положение переведено неверно. Общеизвестный русский перевод таков: „Всякая, вполне развитая машина, состоит из трех существенно различных частей: двигательного механизма, трансмиссии, (передаточного механизма), наконец исполнительного механизма или собственно рабочей машины („Капитал“, т. I, ГИЗ, 1929, стр. 281). Как видим, перевод мало соответствует оригиналу. А между тем, именно в этом неверном переводе это место из „Капитала“ вошло во все книги и статьи по методологии и истории техники. В последнем издании I тома „Капитала“ (М., 1934) это положение переведено правильно... за исключением интересующего нас термина! „Maschinerie“ переведено здесь через „машинный механизм“ (стр. 420). Такой перевод тем менее убедителен, что в других местах „Maschinerie“ передается иначе, например: „машины“ (I, 418), „машинная система“ (I, 434) и т. д.

Определение „Maschinerie“ у Маркса отличается глубокой оригинальностью. Буржуазные ученые, путавшиеся по вопросу об отношении орудия к машине, не могли выяснить и проблему Maschine—Maschinerie.

В лучшем случае они видели три вида машин. Так, Юр пишет: „Machines are of three kinds: 1. Machines concerned in the production of power. 2. Machines concerned in the transmission and regulation of power. 3. Machines concerned in the application of power, to modify the variousforms of matter into objects of commerce“.[1]

С другой стороны, теперь становится очевидной ошибка тех авторов, которые говорили о трехчленной машине у Маркса, упуская из виду существование в „Капитале“ другого понятия — „Maschinerie.[2] В действительности же у Маркса содержится учение о трех частях „Maschinerie“, а не машины. Что же такое „Maschinerie“?

Из немецкого текста с очевидностью вытекает, что она является соединением машин, ибо состоит из двигательной машины, трансмиссионного механизма и рабочей машины. В то время как машина выступает исторически как соединение орудий труда, развитая „Maschinerie“ появляется как соединение разнородных машин. Но это не исключает того, что каждая из последних в свою очередь разрастается в целую „Maschinerie“. Так, Маркс говорит о существовании „Arbeitsmaschinerie“ (I, 433, см. также III_2, 121). В другом месте он указывает на существование „Transmissionsmaschinerie“ (I, 399). Что касается двигателя, то вместе с увеличением размеров рабочей машины и трансмиссии он неизбежно разрастается.

С понятием „Maschinerie“ Маркс таким образом связывает прежде всего известное соединение машин, в первую очередь разнородных и дополняющих друг друга, а затем однородных, совместно действующих. Это можно подтвердить еще целым рядом выдержек. Так, мы читаем: „Eine Frau oder ein Mädchen überwacht im Durchschnitt 4 solche Maschinen und produziert daher mit der Maschinerie täglich an 600 000, in der Woche über 3 000 000 Nähnadeln“ (I, 484).

Русский перевод „Maschinerie“ через „машины“ (I, 514) не дает возможности уловить специфическую черту „Maschinerie“. В этой связи представляет интерес также замечание Маркса о Прудоне. „Man würdige daher den fabelhaften Einfall Proudhons, der die Maschinerie nicht als Synthese von Arbeitsmitteln, sondern als Synthese von Teilarbeiter für die Arbeiter selbst konstruiert“. (I, 443).

То обстоятельство, что в этом случае говорится о „Maschinerie“, как синтезе средств труда, а не машин, не снимает основного и капитального положения Маркса о „Maschinerie“ как соединении машин.

---

[1] Andrew Ure. The Philosophy of Manufactures. London, 1838, p. 27.

[2] См. Иосиф Иванов. Материальный базис коммунистического общества. Вести. Социал. акад., № 4. — С. А. Бессонов. Развитие машин. Изд. „Московский рабочий“, 1926, стр. 241. При этом некоторые авторы жалуются на неточность терминологии, тут же оперируя понятием „трехчленной машины“ Маркса, которой в „Капитале“ нет и в помине. Мы имеем в виду статью Кореневского по „Истории инструмента“ (История техники, вып. 2-й, 1934, стр. 110).

Вообще Маркс понимает под средством труда нечто более общее, нежели орудие или машина. Так, в известном уже нам отрывке мы читаем, что необходимо исследовать „wodurch das Arbeitsmittel aus einem Werkzeug in eine Maschine verwandelt wird“ (I, 388).

Таким образом, средство труда может существовать как в форме орудия, так и в форме машины. „Maschinerie“ также является формой средства труда. Это явствует хотя бы из следующих слов: „Und es ist handgreiflich, dass Maschine und systematisch entwickelte Maschinerie, das charakteristische Arbeitsmittel der grossen Industrie, unverhältnismässig an Wert schwillt“ (I, 405). Повидимому, употребление Марксом понятия „синтез средств труда“ в данном случае связано с прудоновским текстом. Вообще же орудие, машина и „Maschinerie“ являются ступенями в развитии средства труда.

В противоположность машинам эпохи ремесла и мануфактуры, существовавшим раздельно и самостоятельно, рабочая машина в эпоху промышленного переворота выступает в органическом единстве с „Maschinerie“. Теперь становится понятным, почему Маркс после установления факта превращения орудия в рабочую машину тотчас же переходит к рассмотрению „Maschinerie“.

Тем самым рабочая машина образует как бы переход от орудия к „Maschinerie“. Лишь методологически можно рассматривать рабочую машину изолированно, но реально она является неразрывной частью большого целого — „Maschinerie“. Раз появившись, рабочая машина знаменует собою новую эру — систему машинизма, в то время как машины времен ремесла и мануфактуры уживались со старым способом производства. Более того: что последние действительно являются машинами — „это обнаруживается в период крупной промышленности“ (I, 422).

Вряд ли можно сомневаться после вышесказанного, что „Maschinerie“ есть нечто большее, нежели машина.

Особенно большой интерес представляет следующее место из „Капитала“: „Bei der Maschinerie wird nicht nur der Körper e i n e r Arbeitsmaschine von ihren v i e l e n Werkzeugen, sondern dieselbe Bewegungsmaschine nebst einem Teil des Transmissionsmechanismus von v i e l e n A r b e i t s m a s c h i n e n g e m e i n s a m verbraucht“(I, 406).

Если раньше при определении высоко развитой „Maschinerie“ Маркс говорил о ее трех частях и рабочей машине, как одной из них, то здесь, в „Maschinerie“, действуют многие рабочие машины, питающиеся энергией от одного двигателя. Значение этого станет ясно из дальнейшего. Дело в том, что „Maschinerie“, раз возникнув, сама развивается и проходит ряд ступеней. Итак, „Maschinerie“ — нечто большее, нежели машина, так как она состоит из машин, а последние в свою очередь сами могут разрастись в целые „Maschinerie“, например, Arbeitsmaschinerie. Сложность „Maschinerie“ в сравнении с машиной явствует и

из следующего места во II томе „Капитала“, где Маркс приводит в качестве конкретного примера „Maschinerie“ локомотив:

„In verschiedenen Produktionszweigen jedoch, wo die Maschinerie zu ihrer Reinigung aus dem Produktionsprozess entfernt werden muss, und die Reinigung daher nicht unter der Hand geschehen kann, wie z. B. bei Lokomotiven, zählt diese Erhaltungsarbeit unter den laufenden Kosten, also als Element des flüssigen Kapitals. Eine Lokomotive muss nach höchstens dreitägiger Arbeit in den Schuppen gebracht und dort gereinigt werden; der Kessel muss erst abkühlen, wenn er ohne Schädigung ausgewaschen werden soll“ (II, 168; 180—181).

Тем не менее было бы ошибкой думать на этом основании, что „Maschinerie“ в свою очередь не поднимается на более высокую ступень. Будь это так, у Маркса не фигурировало бы понятие „System der Maschinerie“, а между тем в „Капитале“ мы именно находим последнее (I, 398). Но прежде чем перейти к нему, необходимо остановиться на понятии „Maschinensystem“, которое также имеется в „Капитале“. Выше мы уже указывали, что ошибочно отожествлять это понятие с понятием „система машин“, ибо „Maschinensystem“ есть машинная система. Из немецкого текста видно, что Маркс различает целый ряд понятий, из которых важнейшими являются следующие: „Maschinensystem“ „System der Maschinerie“ и „automatisches System der Maschinerie“. [1]

Если мы присмотримся ближе к проблеме, то окажется, что „Maschinensystem“ есть самое общее понятие. Она выражает сущность принципиально новой технической системы, отвечающей развитым капиталистическим производственным отношениям. Это видно хотя бы из следующих слов: „Когда раз навсегда сделалось невозможным увеличение производства прибавочной стоимости путем удлинения рабочего дня, „капитал со всей энергией и с полной сознательностью бросился на производство относительной прибавочной стоимости при помощи ускоренного развития машинной системы“ (I, 460). [2]

Дело обстоит так. В „Капитале“ различаются: кооперация многих однородных машин и машинная система. Вот немецкий текст: „Es ist

---

[1] Русский перевод этих понятий один: „система машин“ (см. I, 395, 426; 396, 427; 398, 429). Таким образом, все вышеприведенные понятия в русском переводе отожествляются, а между тем у Маркса они строго дифференцированы. Одно дело машинная система, другое дело система машин в той или иной форме. Само собой разумеется,— все эти понятия между собою связаны, но вместе с тем они друг от друга отличаются.

[2] Кстати заметим, что в этом случае русский перевод верен, так как передает „Maschinensystem“ как машинную систему: „...warf sich das Kapital mit aller Macht und vollem Bewusstsein auf die Produktion von relativem Mehrwert durch beschleunigte Entwicklung des Maschinensystems“ (I, 430, 460). Объяснение этого исключения легко найти, если принять во внимание, что данный отрывок явно не допускает перевода „Maschinensystem“ через „систему машин“.

nun zweierlei zu unterscheiden, Kooperation vieler gleichartigen Maschinen und Maschinensystem“ (I, 395).

В первом случае весь продукт производится одной и той же машиной, во втором — цепью разнородных, но дополняющих одна другую машин. Именно здесь выступает собственно машинная система: „Ein eigentliches Maschinensystem tritt aber erst an die Stelle der einzelnen selbständigen Maschine, wo der Arbeitsgegenstand eine zusammenhängende Reihe verschiedner Stufenprozesse durchläuft, die von einer Kette verschiedenartiger, aber einander ergänzender Werkzeugmaschinen ausgeführt werden“ (I, 396).

Однако кооперацию однородных машин нельзя абсолютно отделять от машинной системы в собственном смысле слова, так как и в мастерской, построенной на машинном производстве, она вновь появляется как пространственный конгломерат совместно действующих рабочих машин (I, 396, 427). Далее нужно обратить внимание на следующее.

Маркс противопоставляет машинное производство (maschinenartige Produktion) мануфактурному:

„In der Manufaktur müssen Arbeiter, vereinzelt oder in Gruppen, jeden besondren Teilprozess mit ihrem Handwerkszeug ausführen. Wird der Arbeiter dem Prozess angeeignet, so ist aber auch vorher der Prozess dem Arbeiter angepasst. Dies subjektive Prinzip der Teilung fällt weg für die maschinenartige Produktion“ (I, 397).

В другом месте Маркс противопоставляет мануфактуре машинную систему: „In der Manufaktur ist die Gliederung des gesellschaftlichen Arbeitsprozesses rein subjektiv, Kombination von Teilarbeiter; im Maschinensystem besitzt die grosse Industrie einen ganz objektiven Produktionsorganismus“... (I, 404)

Таким образом, Маркс ставит в один ряд такие понятия как „maschinenartige Produktion“ и „Maschinensystem“, т. е. машинная система совпадает с машинным производством. И ту и другую Маркс противопоставляет мануфактурному производству. Но мы только что видели, что простая кооперация машин существует при машинном производстве, из чего мы в праве заключить, что она является не чем иным, как первой ступенью машинной системы. Иначе говоря, машинная система выступает исторически сперва в форме кооперации однородных машин, но в дальнейшем она перерастает в расчлененную систему разнородных отдельных рабочих машин. Именно здесь машинная система существует доподлинно. Вот что говорит Маркс по этому вопросу:

„Wie in der Manufaktur die unmittelbare Kooperation der Teilarbeiter bestimmte Verhältniszahlen zwischen den besondren Arbeitergruppen schafft, so in dem gegliederten Maschinensystem die beständige Beschäftigung der Teilmaschinen durch einander ein bestimmtes Verhältnis zwischen ihrer Anzahl, ihrem Umfang und ihrer Geschwindigkeit. Die kombinierte Arbeits-

maschine, jetzt ein gegliedertes System von verschiedenartigen einzelnen Arbeitsmaschinen und von Gruppen derselben, ist um so vollkommner, je kontinuierlicher ihr Gesamtprozess“... (I, 398).

Здесь мы имеем фабрику, точнее: тело фабрики, как говорит Маркс: „Wir betrachteten im Beginn dieses Kapitels den Leib der Fabrik, die Gliedrung des Maschinensystems“ (I, 440). В другом месте Маркс говорит о фабрике как мастерской, основанной на машинном производстве: in der Fabrik, d. h. in der auf Maschinenbetrieb gegründeten Werkstatt“... (I, 396). Отсюда понятно, что Маркс противопоставляет мануфактуре развитую фабрику. „Поэтому, — читаем мы в „Капитале“, — если в мануфактуре изолирование отдельных процессов есть принцип, вытекающий из самого разделения труда, то, напротив в развитой фабрике господствует непрерывность отдельных процессов“ (I, 429).

Выше мы установили, что машинная система в собственном смысле слова выступает лишь в форме сочетания частичных рабочих машин. Благодаря этому оказывается возможным следующая ступень в развитии „Maschinerie“ — система последней.

„Ein System der Maschinerie, beruhe es nun auf blosser Kooperation gleichartiger Arbeitsmaschinen, wie in der Weberei, oder auf einer Kombination verschiedenartiger, wie in der Spinnerei, bildet an und für sich einen grossen Automaten, sobald es von einem sich selbst bewegenden ersten Motor getrieben wird“ (I, 398). Как видим, она может покоиться как на кооперации однородных машин в ткачестве, так и на сочетании разнородных машин в прядении. При этом Маркс указывает на роль двигателя и вводит понятие автомата. Но здесь еще возможно, что отдельные рабочие машины нуждаются в содействии рабочих. Это устраняется на следующей более высокой ступени развития „Maschinerie“:

„Sobald die Arbeitsmaschine alle zur Bearbeitung des Rohstoffs nötigen Bewegungen ohne menschliche Beihilfe verrichtet und nur noch menschlicher Nachhilfe bedarf, haben wir ein automatisches System der Maschinerie, das indes beständiger Ausarbeitung im Detail fähig ist“ (I, 398—399).

Тем самым машинная система достигнет своего наивысшего развития в автоматической системе „Maschinerie“.

На протяжении всей истории машинной системы исключительную роль играет рабочая машина. А именно, мы имеем переход от однородных рабочих машин к разнородным, затем к частичным, наконец к комбинированной рабочей машине.

„Als gegliedertes System von Arbeitsmaschinen, die ihre Bewegung nur vermittelst der Transmissionsmaschinerie vom einen zentralen Automaten empfangen, besitzt der Maschinenbetrieb seine entwickeltste Gestalt“ (I, 399). Но на высших ступенях развития машинной системы начинает играть существенную роль двигатель и выступает новый принцип — автоматизм.

В отношении последнего Маркс писал Энгельсу „Часы являются первым автоматом, созданным для практических целей... Не подлежит также ни малейшему сомнению, что в XVIII веке часы впервые подали мысль применить автоматы (и в частности заводные, пружинные) к производству. Можно исторически доказать, что попытки Вокансона в этом отношении оказали большое влияние на фантазию английских изобретателей“.[1]

В „Капитале“ Маркс выделяет бумажную фабрику. „Примером как непрерывности производства, так и проведения автоматического принципа может служить современная бумажная фабрика“ (I ,429). Точно так же нужно указать, что в то время как для машины не существенен характер двигателя, „Maschinerie“ предполагает именно мощный двигатель который исторически выступил в форме паровой машины. „Увеличение размеров рабочей машины и числа ее одновременно действующих орудий требует более крупного двигательного механизма, а этот механизм нуждается в более мощной двигательной силе, чем человеческая“... (I, 423). В период детства крупной промышленности в качестве двигательной силы применялась лошадь, но она была к этому мало пригодна „отчасти потому, что у лошади есть своя собственная голова, отчасти потому, что она дорога и может применяться на фабриках лишь в ограниченных размерах“ (I, 424). Вопрос о новой двигательной машине приобрел особое значение в связи с машиностроением. Однако, она уже существовала в виде „паровой машины“ (I ,433). Что „Maschinerie“ предполагает более мощный двигатель, нежели прежние машины, явствует из следующих слов: „Wo handwerksmässige Maschinen, durch Menschenkraft getrieben,direkt oder indirekt mit entwickelter und daher mechanische Triebkraft voraussetzender Maschinerie konkurrieren, geht eine grosse Umwandlung vor mit Bezug auf den Arbeiter, der die Maschine treibt“ (I, 509).

Отличие машинного производства от мануфактурного достигает в эпоху высоко развитой „Maschinerie“ своего предела. Субъективизм, присущий мануфактурной технике (комбинация частичных рабочих) сменяется объективизмом машинного производства (сознательное введение в производство начал естествознания).

„Der Gesamtprozess wird hier objektiv, an und für sich betrachtet in seine konstituierenden Phasen analysiert, und das Problem, jeden Teilprozess auszuführen und die verschiednen Teilprozesse zu verbinden, durch technische Anwendung der Mechanik, Chemie usw. gelöst, wobei natürlich nach wie vor die theoretische Konzeption durch gehäufte praktische Erfahrung auf grosser Stufenleiter vervollkommnet werden muss“ (I, 397—398).

Но машинное производство базируется на „Maschinerie,“ поэтому сказанное о первом относится и к последнему. Маркс указывает на связь „Maschinerie“ с естествознанием: „Als Maschinerie erhält das Arbeits-

[1] Маркс—Энгельс. Соч., т. XXIII, Москва, 1932, стр. 131.

mittel eine materielle Existenzweise, welche Ersetzung der Menschenkraft durch Naturkräfte und erfahrughsmässiger Routine durch bewusste Anwendung der Naturwissenschaft bedingt“ (I, 404).

Говоря о революционности технического базиса крупной промышленности, Маркс ставит в один ряд ее следующие могучие рычаги: „Durch Maschinerie, chemische Prozesse und andere Methoden wälzt sie beständig mit der technischen Grundlage der Produktion die Funktionen der Arbeiter und die gesellschaftliche Kombination des Arbeitsprozesses um“ (I, 512).

Уже при своем появлении машина знаменовала собой освобождение от естественной ограниченности человека; тем более возрастает эта эмансипация в эпоху „Maschinerie“. Никогда овладение силами природы не было столь эффективным, как в это время. Теперь техника выступает во всеоружии знаний. Определяя всегда пути развития последнего, техника в эпоху „Maschinerie“ сама испытывает могучее воздействие науки.

Теперь совершенно очевидно, что понятие „Maschinerie“ отлично от понятия машины. Орудие еще целиком зависит от человека, машина имеет своим принципом механизм, „Maschinerie“ выдвигает новый принцип—автоматизм. Орудие снимается машиной, машина снимается „Maschinerie“. Это значит, что орудие сохраняется в машине, как последняя — в „Maschinerie“. Но они подчинены качественно — новой форме, коей присущи новые закономерности как технического, так и социального порядка. Между ними есть связь, взаимодействие, бесчисленные переходы и т. д. И тем не менее они друг от друга отличаются определенными чертами. Это не трудно разглядеть даже в том случае, когда оба эти понятия стоят как бы в одном ряду. Приведем в этой связи следующие слова из „Капитала“:

„Die grosse Industrie musste sich also ihres charakteristischen Produktionsmittels, der Maschine selbst, bemächtigen und Maschinen produzieren“ (I, 402).

„Die Produktion der Maschinerie durch Maschinerie verringert aber ihren Wert, verhältnismässig zu ihrer Ausdehnung und Wirkung“ (I, 408).

Слова „производство машин“ означают начало машиностроения, тогда как производство „Maschinerie“ посредством „Maschinerie“ выражает более высокую ступень в развитии машиностроения. Здесь говорится об уменьшении стоимости „Maschinerie“ по сравнению с их размерами и действием. Различие между „Maschinerie“ и машиной легко усмотреть в следующем положении из II тома „Капитала“:

„Wie weit andrerseits Detailverbesserungen an vorhandner Maschinerie angebracht werden können, hängt natürlich von der Natur der Verbesserungen und der Konstruktion der Maschine selbst ab“ (II, 166; 179).

Как видим, Маркс говорит о конструкции машины и о применении „Maschinerie".

Итак, на вопрос, что такое „Maschinerie", мы отвечаем: соединение машин. „Maschinerie" это — агрегат.[1]

В первую очередь и в основном „Maschinerie" — соединение разнородных машин (двигателя, трансмиссии, рабочей машины), затем она выступает как соединение однородных — например, Arbeitsmaschinerie. В этом состоит техническое содержание этого понятия. А теперь подойдем к вопросу с точки зрения становления „Maschinerie".

При исследовании технического содержания „Maschinerie" у Маркса необходимо обратить внимание еще на одну сторону, именно на историю последней. При этом мы считаем нужным отметить, что эта проблема во 2-м издании I тома „Капитала" более подчеркнута, чем в 1-м издании. А именно в отличие от 1-го издания здесь первый параграф 13-й главы называется „Entwicklung der Maschinerie". Этого подзаголовка нет в 1-м издании I тома „Капитала".

Проблеме истории „Maschinerie" Маркс уделил значительное внимание. Выше мы установили, что в „Капитале" фигурируют следующие формы средства труда: „Werkzeug," „Maschine" и „Maschinerie". Было бы, однако, неверно думать, что они резко отделены друг от друга и между ними нет никаких переходов. Мы уже показали, что орудие превращается в машину, и из последнего вырастает „Maschinerie". Это оказывается возможным только потому, что они связаны многообразными переходными формами друг с другом. Для понимания их взаимосвязи нужно отправляться от следующего методологического положения Маркса: „Эпохи истории общества, подобно эпохам земли, не отделяются друг от друга абстрактно строгими разграничительными линиями" (I, 280).

Сложность перехода от одной формы в другую Маркс выразил в следующих словах: „Переворот в общественном способе производства (Betriebsweise), этот необходимый продукт преобразования средства производства, протекает среди пестрого хаоса переходных форм" (I, 528). Каждый из приведенных видов средств труда имеет свою историю; так, например, орудие, существующее с незапамятных времен, прошло огромный путь развития и продолжает свое существование в форме инструмента и в эпоху „Maschinerie". Большую историю имеет также машина. В ремесленной форме она уже существовала в рабовладельческом обществе, в эпоху феодализма и в мануфактурной стадии капиталистического способа производства. „Maschinerie", возникающая исторически позднее орудия и машины, также имеет свою историю. О ней Маркс весьма часто говорит. Приведем хотя бы следующее положение:

---

[1] С другой стороны, она совпадает с понятием машинной системы, о чем подробно будет сказано ниже.

„Die Unfälle sind nach Umfang und Intensität gänzlich beispiellos in der Geschichte der Maschinerie“ (I, 506).

При этом Маркс указывает основные этапы этой истории.

В самом деле, уже в знаменитом определении „Maschinerie“, состоящей из трех частей, Маркс характеризует ее как вполне развитую. Следовательно, было время, когда она находилась еще в зачаточном состоянии. И действительно, Маркс неоднократно указывает на то, что она ведет свое начало от древнего общества. Так, в письме к Энгельсу он пишет, что в форме мельницы „Maschinerie“ существовала в древнем Риме, куда она была завезена из Малой Азии; а именно: „...(zunächst Kornmühle, und zwar Wassermühle) sind beide vom Altertum überliefert. (Die Wassermühle zur Zeit vou Julius Cäsar aus Kleinasien nach Rom gebracht)“.[1]

То же самое мы читаем в „Капитале“. Здесь „Maschinerie“ в элементарной форме упоминается не раз. Так Маркс пишет: „Die elementarische Form aller Maschinerie hatte das Römische Kaiserreich überliefert in der W a s s e r m ü h l e“ (I, 365).

В другом месте эта мысль выражена в таких словах: „Und A n t i p a t r o s, ein griechischer Dichter aus der Zeit des Cicero, begrüsste die Erfindung der W a s s e r m ü h l e zum Mahlen des Getreides, diese Elementarform aller produktiven Maschinerie, als Befreierin der Sklavinnen und Herstellerin des goldnen Zeitalters“ (I, 428).

Из приведенных выдержек явствует, что генезис „Maschinerie“ восходит к водяной мельнице, т. е. корни первой уходят в рабовладельческое общество. Однако и в элементарной форме „Maschinerie“ могла появиться лишь благодаря существованию сравнительно развитых орудий и некоторых машин. Последние были частью двигатели, но преимущественно транспортирующие устройства. Совсем не случайно Витрувий определил машину в форме транспортирующий машины. Что касается мельницы, то она продолжала существовать и в эпоху ремесла и в период мануфактуры, подготовляя, таким образом, появление вполне развитой „Maschinerie“. Для истории последней имеет большое значение великое наследие ремесленного периода: компас, порох, книгопечатание и автоматические часы. Вот слова Маркса: „Die Handwerksperiode vermachte die grossen Erfindungen des Kompasses, des Pulvers, der Buchdruckerei und der automatischen Uhr. Im grossen und ganzen jedoch spielt die Maschinerie jene Nebenrolle, die Adam Smith ihr neben der Teilung der Arbeit anweist“ (I, 365).

Эти наследия ремесленного периода Маркс отмечал и в письме к Энгельсу, на которое мы часто ссылаемся.

---

[1] Marx-Engels. Gesamtausgabe, 3. Abteilung, Bd. III; Marx-Engels-Verlag G. M. B. H, Berlin, 1930, S. 124.

Огромную роль в истории „Maschinerie" сыграл период мануфактуры. Он подготовил технические и научные основы для эпохи крупной промышленности.

Здесь необходимо напомнить, что в эпоху мануфактуры и даже раньше имело место разрастание орудий в машины.

В письме к Энгельсу Маркс писал: „Aber bei der Mühle, ganz so wie bei Pressmaschine, Hammerwerk, Pflug usw. von vornherein die eigentliche Arbeit, Schlagen, Zerquetschen, Mahlen, Zerkleinern etc. ohne menschliche Arbeit getan, wenn auch die moving force menschlich oder viehisch. Daher diese Art Maschinerie wenigstens in ihren Anfängen sehr alt und früher bei ihr eigentlich mechanische Triebkraft angewandt. Daher auch fast die einzige Maschinerie, die in der Manufakturperiode vorkommt".[1]

Эта же мысль выражена в I томе „Капитала", где речь идет о двоякого рода орудиях труда, революционизирующих и не революционизирующих способа производства (I, 391—392, 421—422). В первом разделе об этом уже говорилось. Если мы считаем необходимым коснуться данного вопроса еще раз, то это имеет свое основание. Дело в том, что в „Капитале" мысль Маркса выражена, во-первых, более подробно, нежели в письме, и, во-вторых, значительно точнее. А именно, с одной стороны, Маркс указывает на ту огромную роль, которую сыграло в эпоху мануфактуры спорадическое применение „Maschinerie", с другой стороны — он отмечает появление машин, не революционизирующих способа производства. Приведем следующий отрывок из I тома „Капитал" для доказательства вышесказанного: „Sehr wichtig wurde die sporadische Anwendung der Maschinerie im XVII. Jahrhundert, weil sie den grossen Mathematikern jener Zeit praktische Anhaltspunkte und Reizmittel zur Schöpfung der modernen Mechanik darbot" (I, 365).

Итак, в XVII веке имело место спорадическое применение „Maschinerie". С другой стороны, как мы видели выше, здесь совершался процесс разрастания орудий в машины. Точнее говоря, речь идет об орудиях, при которых человек действовал лишь в качестве двигательной силы, но не выполнял непосредственно производственной операции. О них Маркс писал, что „Sie recken sich, teilweise innerhalb sporadisch schon lange vor der Manufakturperiode, zu Maschinen" (I, 392).

Из приведенных выдержек не трудно установить, что в то время как в письме говорится только о „Maschinerie" эпохи мануфактуры, в „Капитале" имеет место уточнение: здесь говорится о „Maschinerie" и машинах, т. е., там, где речь идет о разного рода мельницах, следует иметь в виду собственно „Maschinerie", ибо мы знаем, что последняя существует в элементарной форме со времен древнего Рима. Другое дело, такие орудия, как пресс, механический молот и т. д., которые превра-

[1] Marx-Engels. Gesamtausgabe, 3. Abteilung, Bd. III; Marx-Engels-Verlag G. M.B.H. Berlin, 1930, S. 125.

щаются в машины и доподлинно машинный характер которых, по словам Маркса, обнаруживается лишь в период крупной промышленности.

В письме к Энгельсу Маркс как бы еще не отграничивает строго „Maschinerie“ от машины. В вышеприведенном случае первая заступила место второй, но в том же письме и вторая заступает место первой. Это видно из следующих слов: „Bei der Mühle andererseits von vornherein, sobald die Wassermühle geliefert, die wesentlichen Unterschiede im Organismus einer Maschine. Die mechanische Triebkraft, Primo Motor, worauf sie wartet. Transmissionsmechanismus. Endlich Arbeitsmaschine, die den Stoff anfasst, alle in selbständiger Existenzweise gegeneinander“.

Нетрудно убедиться в том, что здесь по существу идет речь о подготовлении элементов вполне развитой „Maschinerie“, которая состоит из трех частей. Именно этому учит Маркс в „Капитале“. Здесь терминология Маркса очень точна, и машина играет роль части „Maschinerie“.

Следует иметь в виду, что в „Капитале“ мельница выступает систематически как представительница „Maschinerie“, а не машины. Это явствует из всех приведенных выше выдержек. Но в подтверждение сказанного мы сошлемся еще на следующие слова: „Die ganze Entwicklungsgeschichte der Maschinerie lässt sich verfolgen an der Geschichte der Getreidemühlen“ (I, 365).

Говоря об истории „Maschinerie“, уместно указать на различные оттенки, встречающиеся у Маркса в анализе этого понятия. Так, например, Маркс еще в 40-х годах употребляет этот термин. Сошлемся на Коммунистический Манифест. Здесь мы читаем следующее: „Auch die Manufaktur reichte nicht mehr aus. Da revolutionierte der Dampf und die Maschinerie die industrielle Produktion.“[1]

Этим мы отнюдь не хотим сказать, что понятие „Maschinerie“ у Маркса в 40-х годах абсолютно тожественно этому понятию в эпоху 60-х годов. Достаточно обратиться к письму Маркса к Энгельсу от 28 января 1863 г., чтобы убедиться в том, что это не так. Здесь он писал следующее: „Ich lege einiges in den Abschnitt über Maschinerie ein. Es sind da einige kuriose Fragen, die ich bei der ersten Bearbeitung ignorierte“.[2]

Таким образом, мы видим, что даже в 1863 г., т. е. когда Маркс писал „Капитал“, он считал необходимым пополнить главу, посвященную машинной технике.

Совершенно несомненно, что взгляды Маркса на сущность „Maschinerie“ развивались и уточнялись, пока они не приняли ту форму, которую они приобрели в „Капитале“.

---

[1] Marx-Engels. Gesamtausgabe, 1. Abteilung, Bd. VI. Moskau—Leningrad, 1933, S. 527.

[2] Marx-Engels. Gesamtausgabe, 3. Abteilung, Bd. III. Marx-Engels-Verlag G. M. B. H. Berlin, 1930, S. 123.

Особенно подробно Маркс высказывался о машинной технике в следующие годы: в 1846 г. (письмо к Анненкову), в 1847 г. („Нищета философии"), в 1863 г. (письмо к Энгельсу), в 1867 г. (I т. „Капитала"). Однако, на основании произведенного нами анализа текста мы имеем все основания сказать следующее: если речь идет о разграничении понятий: орудие — машина, то оно отчетливо проведено в письме к Энгельсу и в „Капитале". Когда же дело идет о разграничении понятий: машина — „Maschinerie", то это в письме к Энгельсу окончательно еще не сделано, зато в I томе „Капитала" (и не только в 13 главе, но и во всех тех случаях, когда речь идет о технике) машина и „Maschinerie" занимают определенные места.[1]

Все вышесказанное показывает, что в „Капитале" содержится целостное учение о „Maschinerie". В правильности этого мы еще будем иметь случай убедиться в следующем разделе.

Что же касается собственно „Maschinerie" эпохи мануфактуры, то ее своеобразие также выяснено в „Капитале". В связи с этим особенно интересно следующее место. Говоря о мануфактурном периоде, Маркс добавляет: „Sie schafft damit zugleich eine der materiellen Bedingungen der Maschinerie, die aus einer Kombination einfacher Instrumente besteht" (I, 358). Весьма важно отметить, что „Maschinerie" эпохи мануфактуры характеризуется как соединение инструментов, тогда как в эпоху крупной промышленности она выступает как соединение машин. Однако, не следует забывать, что в эпоху мануфактуры имело место лишь спорадическое применение „Maschinerie". Для этого периода своеобразной „Maschinerie" остается сам комбинированный рабочий: „Die spezifische Maschinerie der Manufakturperiode bleibt der aus vielen Teilarbeitern kombinierte Gesamtarbeiter selbst" (I, 365). „Maschinerie" же в собственном смысле слова, т. е. вполне развитая, появляется лишь в эпоху крупной промышленности, т. е. в конце XVIII века. В свете всего вышесказанного становится вполне очевидным, что известное положение Маркса в „Нищете философии" о появлении собственно машин лишь в конце XVIII века относится к „Maschinerie": „Les m a s c h i n e s proprement dites datent de la fin du dix-huitième siècle." (Marx-Engels-Gesamtausgabe. 1. Abt., Bd. VI, Moskau — Leningrad, 1933, S. 200).

Здесь нас могут спросить, почему Маркс не употребляет этого термина? Если принять во внимание, что „Нищета философии" написана по-французски, и вспомнить наши вводные замечания о происхождении термина „Maschinerie", то дело объяснится само собой. Во французском языке, повидимому, нет адэкватного термина для выражения этого понятия.

Итак, вполне развитая „Maschinerie" появляется в конце XVIII столетия и выступает как техническая основа крупной промышленности.

---

[1] Не может подлежать сомнению, что для понимания интересующей вас проблемы имеют огромное значение так называемые технические тетради Маркса. Но они, к сожалению, до сих пор не опубликованы, и мы лишены ценнейшего источника.

Но, раз появившись, это новое средство труда развивается и проходит ряд ступеней. Одно дело, когда мы имеем „Maschinerie, die kein gegliedertes System bildet und im Zwergformat anwendbar ist“, другое дело — выступление на сцену „systematisch entwickelte Maschinerie“. В качестве таковой последняя достигает своего наивысшего развития в автоматической системе „Maschinerie“. Еще в „Нищете философии“ Маркс указывал на путь развития машинной техники. Вот что он писал: „Outils simples, accumulation des outils composés, mise en mouvement d'un outil composé par un seul moteur manuel, par l'homme, mise en mouvement de ces instruments par les forces naturelles, machine, système des machines ayant un seul moteur, système des machines ayant un automate pour moteur — voilà la marche des machines.“ (Marx-Engels. Gesamtausgabe. 1. Abt. Bd. VI, Moskau — Leningrad, 1933, p. 201).

Если подойти к этому отрывку с точки зрения „Капитала“, то окажется, что речь идет по существу о развитии „Maschinerie“. Если мы транспонируем выражение: „la marche des machines“ на язык „Капитала“, то оно будет гласить: „Entwicklung der Maschinerie“ (I, 387).

Итак, мы знаем, что машина есть соединение орудий, а „Maschinerie“ есть соединение машин. Но разумеется, дело здесь не в количественных размерах, а в определенной технико-экономической обусловленности. Как и всякое средство труда, „Maschinerie“ содержит социальный момент. Поэтому мы не можем считать, что достигли конечного результата, пока не раскроем общественного содержания „Maschinerie“. Тем самым мы вновь возвращаемся к вопросу об историческом моменте в машине, ибо последняя является частью первой. Однако, теперь анализ совершается на более высокой основе.

III. СОЦИАЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ „MASCHINERIE“

Подходя к „Maschinerie“ с общественно-технической точки зрения, следует прежде всего указать, что она является основой крупной промышленности (I, 382, 275, 405, 293 и т. д. Нет необходимости указывать все страницы, где об этом говорится. Достаточно напомнить, что знаменитая 13-я глава I тома „Капитала“ называется „Maschinerie und grosse Industrie“). Вообще следует иметь в виду, что по учению Маркса „Maschinerie“ функционирует лишь в руках обобществленного труда: „Die Maschinerie, mit einigen später zu erwähnenden Ausnahmen, funktioniert nur in der Hand unmittelbar vergesellschafteter oder gemeinsamer Arbeit“ (I, 404).

Выше мы говорили, что Маркс сопоставляет орудие с машиной. Особенно это ясно было видно, когда автором „Капитала“ исследовался процесс превращения первого во второе. Но в некоторых случаях Маркс сопоставляет орудие с „Maschinerie“; при этом, собственно говоря, имеет место противопоставление одного другому и подчеркивание их су-

щественного различия. Так, говоря о том, что средства труда всегда *целиком* входят в процесс труда и лишь *частями* в процесс возрастания стоимости, Маркс продолжает: „Diese *Differenz* jedoch zwischen Benutzung und Abnutzung ist viel grösser bei der Maschinerie als bei dem Werkzeug, weil sie, aus dauerhafterem Material gebaut, länger labt, weil ihre Anwendung, durch streng wissenschaftliche Gesetze geregelt, grössere Ökonomie in der Verausgabung ihrer Bestandteile und ihrer Konsumptionsmittel ermöglicht, und endlich, weil ihr Produktionsfeld *unverhältnismässig* grösser ist als das des Werkzeugs“ (I, 405—406).

Совершенно очевидно, что здесь Маркс противопоставляет „Maschinerie“ орудию для усиления контрастной значимости. Термин „машина“ в этом случае оказался ненужным, ибо отличие машины от орудия не столь значительно, сколь отличие „Maschinerie“ от орудия. Из текста явствует, что „Maschinerie“ имеет то преимущество, что она связана с крупной промышленностью, тогда как машина существовала в эпоху мануфактуры и еще много раньше. Отличие „Maschinerie“ от машины в собственно общественном аспекте можно усмотреть и из того, каким образом Марксом исследуется проблема вытеснения рабочего из производства. „Ausschliesslich als *Mittel zur Verwohlfeilerung des Produkts* betrachtet, ist die *Grenze* für den Gebrauch der Maschinerie darin gegeben, dass ihre eigne Produktion weniger Arbeit kostet, als ihre Anwendung Arbeit ersetzt“ (I, 411).

Указав на ряд причин, в силу которых рабочий день делится различно на необходимый труд и прибавочный труд, а также на то, что заработная плата бывает то ниже, то выше стоимости рабочей силы, Маркс продолжает: „*kann die Differenz zwischen dem Preise der Maschinerie und dem Preise der von ihr zu ersetzenden Arbeitskraft sehr variieren*, wenn auch die *Differenz zwischen dem zur Produktion der Maschine nötigen Arbeitsquantum und dem Gesamtquantum der von ihr ersetzten Arbeit dieselbe bleibt*“ (I, 411).

Противопоставляя „Maschinerie“ рабочей силе, Маркс по существу оттеняет самый характер системы машинизма, ее основную тенденцию. Другое дело — количество труда, потребное для создания той или иной машины. Нам представляется, что здесь Маркс употребляет в одном предложении оба термина, придавая каждому из них особый смысл. Оба они стоят в одном ряду, но вместе с тем каждый из них сохраняет своеобразный оттенок. Приведем в этой связи еще одно краткое, но выразительное положение из „Капитала“: „Als Maschine wird das *Arbeitsmittel* sofort zum *Konkurrenten des Arbeiters selbst*“ (I, 453).

Как видим, здесь рабочему противостоит средство труда в форме машины, но не в форме „Maschinerie“. Впрочем и последнее имеет место. Это происходит тогда, когда дело идет о различении автомата (его не-

ограниченной силы) и человека (ограниченного в своей естественной организации). Так, мы читаем: „Zunächst verselbständigt sich in der Maschinerie die Bewegung und Werktätigkeit des Arbeitsmittels gegenüber dem Arbeiter“ (I, 423).

Как разъясняет Маркс, в форме „Maschinerie“ средство труда выступает как промышленное perpetuum mobile, „которое производило бы непрерывно, если бы оно не наталкивалось на известные естественные границы в своих помощниках — людях: слабость их тела и своеволие“ (I, 453). Исследуя вопрос об уничтожении ремесла и мануфактуры, Маркс пользуется термином „Maschinerie“. „Man hat gesehen, wie die Maschinerie die auf dem Handwerk beruhende Kooperation und die auf Teilung der handwerksmässigen Arbeit beruhende Manufaktur aufhebt“ (I, 483).

И это совершенно понятно, потому что машина существовала в эпоху ремесла и мануфактуры, и последние были уничтожены лишь с появлением вполне развитой „Maschinerie“. То же самое имеет место, когда Маркс говорит о возникновении новых отраслей производства и новых сфер труда: „Es bilden sich, entweder direkt auf der Grundlage der Maschinerie, oder doch der ihr entsprechenden allgemeinen industriellen Umwälzung, ganz neue Produktionszweige und daher neue Arbeitsfelder“ (I, 469).

Теперь перейдем к другому, чрезвычайно важному моменту. Мы имеем в виду роль „Maschinerie“ в общественно-экономической системе.

Еще в „Нищете философии“ Маркс указывал, что машина не является экономической категорией и что ее следует рассматривать как производительную силу. Здесь уже Маркс проводил различие между машиной и экономическими условиями, при которых она действует: „Les machines ne sont pas plus une catégorie économique, que ne saurait l'être le boeuf qui traîne la charrue. Les machines ne sont qu'une force productive. L'atelier moderne, qui repose sur l'application des machines, est en rapport social de production une catégorie économique“. (Marx-Engels. Gesamtausgabe. 1. Abt., Bd. VI, Moskau — Leningrad, 1933, S. 197).

В „Капитале“ содержится обстоятельно разработанное учение о капиталистическом применении „Maschinerie“. 13 глава I тома как раз начинается с установления этого понятия. Отвечая Джону Стюарту Миллю, сомневающемуся в том, что механические изобретения облегчили труд человека, Маркс говорит „Solches ist jedoch auch keineswegs der Zweck der kapitalistisch verwandten Maschinerie. Gleich jeder andren Entwicklung der Produktivkraft der Arbeit soll sie Waren verwohlfeilern und den Teil des Arbeitstags, den der Arbeiter für sich selbst braucht, verkürzen, um den andren Teil seines Arbeitstags, den er dem Kapitalisten umsonst gibt, zu verlängern. Sie ist Mittel zur Produktion von Mehrwert“ (I, 387—388). В примечании же к Миллю Маркс добавляет: „«It is questionable, if all the mechanical inventions yet made have lightened the day's

toil of any human being». Mill hätte sagen sollen «of any human being not fed by other people's labour» (irgend eines menschlichen Wesens, das nicht von andrer Leute Arbeitlebt), denn die Maschinerie hat unstreitig die Zahl der vornehmen Müssiggänger sehr vermehrt" (I, 387—388). Этим самым Маркс указывает, что „Maschinerie" оказала чрезвычайно мощное действие в направлении социальной дифференциации буржуазного общества и роста паразитизма в последнем.

В чем же состоит капиталистическое применение „Maschinerie"? В самой общей форме это объяснено Марксом в приведенной цитате, более подробно это выяснено в 13 главе I тома „Капитала". В условиях классового общества средство труда выступает как источник эксплоатации производителя. Это имеет место на всех ступенях развития общественной истории, каждая из которых характеризуется особыми формами средства труда.

Особенно ясно выступает средство труда, как средство эксплоатации рабочего, в эпоху превращения орудия в машину, а затем последнего в „Maschinerie". Не только в „Нищете философии", но и в известном письме к Анненкову от 28 декабря 1846 г. Маркс указывал на специфическую роль машины в условиях капиталистического способа производства. Именно здесь машина является средством эксплоатации рабочего класса. Отсюда великая борьба рабочих с машинами на известной ступени общественного развития. Капиталисты борются с рабочими посредством в в е д е н и я машин, а рабочие борются с капиталистами посредством у н и ч т о ж е н и я машин. Маркс подробно выяснил все перипетии этой борьбы и показал ее социально-экономическую обусловленность. Классовая борьба вокруг машины имела место и много раньше. Еще крепостники сумели разглядеть в машине удобное средство эксплоатации. В этой связи интересно привести следующее место из „Капитала": „Моисей египтянин говорит: «Не завязывай волу рта, когда он молотит». Напротив — христианско-германские филантропы накладывали своим крепостным, которыми они пользовались как двигательной силой при размоле, большие деревянные круги на шею, чтобы крепостные не могли подносить рукой муку ко рту" (I, 422). В „Капитале" содержится огромный фактический материал по вопросу о борьбе рабочих с машинами. Достаточно напомнить 5 раздел 13 главы I тома. В эпоху мануфактуры рабочие вели борьбу с машиной. Но эта борьба особенно обострилась в эпоху крупной промышленности, базирующейся на „Maschinerie". Здесь произошло следующее: „Aber erst seit der Einführung d e r M a s c h i n e r i e bekämpft der Arbeiter das Arbeitsmittel selbst, die m a t e r i e l l e E x i s t e n z w e i s e d e s K a p i t a l s. Er revoltiert gegen diese bestimmte Form des P r o d u k t i o n s m i t t e l s als die materielle Grundlage der k a p i t a l i s t i s c h e n P r o d u k t i o n s w e i s e" (I, 450).

В условиях капитализма „Maschinerie" выступает как специфическое средство вытеснения рабочих. Маркс с большой обстоятельностью

исследовал этот процесс. Между прочим он положительно отзывается о Рикардо, видевшем в ней не только средство производства товаров, но и средство производства избыточного населения: „Es ist eins der grossen Verdienste Ricardos, die Maschinerie nicht nur als Produktionsmittel von Waren, sondern auch von «redundant population» (überschüssiger Bevölkerung) begriffen zu haben“ (I, 428).

Особенно сильно действует этот процесс в земледелии. Маркс доказывает, что здесь дело вытеснения рабочего заходит очень далеко: „Wenn der Gebrauch der Maschinerie im Ackerbau grossenteils frei ist von den physischen Nachteilen, die sie dem Fabrikarbeiter zufügt, wirkt sie hier noch intensiver und ohne Gegenstoss auf die «Überzähligmachung» der Arbeiter, wie man später im Detail sehen wird“ (I, 530).

Капиталистическое применение „Maschinerie“ означает для рабочего класса удлинение рабочего дня: „Wenn die Maschinerie das gewaltigste Mittel ist, die Produktivität der Arbeit zu steigern, d. h. die zur Produktion einer Ware nötige Arbeitszeit zu verkürzen, wird sie als Träger des Kapitals zunächst in den unmittelbar von ihr ergriffnen Jndustrien zum gewaltigsten Mittel, den Arbeitstag über jede naturgemässe Schranke hinaus zu verlängern“ (I, 422).

Особенно это имеет место на первых этапах введения „Maschinerie“ (I, 424—425). Точно так же обстоит дело при введении женского и детского труда. В этом случае Маркс также говорит не о машине, а о „Maschinerie“. „Maschinerie“ сделала возможным вовлечение в производство людей с недостаточным физическим развитием: „Sofern die Maschinerie Muskelkraft entbehrlich macht, wird sie zum Mittel, Arbeiter ohne Muskelkraft oder von unreifer Körperentwicklung aber grösserer Geschmeidigkeit der Glieder anzuwenden. Weiber- und Kinderarbeit war daher das erste Wort der kapitalistischen Anwendung der Maschinerie“ (I, 413). То же мы читаем в другом месте: „Wir sahen dann, wie die Maschinerie das menschliche Exploitationsmaterial des Kapitals vermehrt durch Aneignung der Weiber- und Kinderarbeit...“ (I, 440). В условиях капитализма „Maschinerie“ выбрасывает всю семью рабочего на рынок труда и распределяет стоимость рабочей силы мужчины между всеми членами его семьи: „Indem die Maschinerie alle Glieder der Arbeiterfamilie auf den Arbeitsmarkt wirft, verteilt sie den Wert der Arbeitskraft des Mannes über seine ganze Familie“ (I, 414). Чего достигает капитал посредством этого? Он сламывает с помощью „Maschinerie“ сопротивление, которое рабочий-мужчина оказывал в мануфактуре деспотии капитала: „Durch den überwiegenden Zusatz von Kindern und Weibern zum kombinierten Arbeitspersonal bricht die Maschinerie endlich den Widerstand, den der männliche Arbeiter in der Manufaktur der Despotie des Kapitals noch entgegensetzte“ (I, 422).

Еще на одно существенное обстоятельство обращает внимание Маркс. Он доказывает, на основании цифр, рост старинных домаш-

них рабов, именуемых „классом прислуги“: горничных, лакеев и т. д. Т. е. капиталистическое применение „Maschinerie“ делает возможным непроизводительное употребление все увеличивающейся части рабочего класса. Приведя таблицу, показывающую необычайный рост прислуги в условиях капитализма, Маркс восклицает: „Welch erhebendes Resultat der kapitalistisch exploitierten Maschinerie!“ (I, 470).

Одно дело капиталистическое применение „Maschinerie“, другое дело — последняя сама по себе. Маркс систематически проводит это различие. Рабочие, боровшиеся с машинами в эпоху мануфактуры и с „Maschinerie“ на первых ступенях крупной промышленности, по истечении некоторого времени научаются отличать ее саму по себе от общественных условий ее применения и переносить свои нападения на эти самые общественные условия: „Es bedarf Zeit und Erfahrung, bevor der Arbeiter die Maschinerie von ihrer kapitalistischen Anwendung unterscheiden und daher seine Angriffe vom materiellen Produktionsmittel selbst auf dessen gesellschaftliche Exploitationsform übertragen lernt“ (I, 451).

„Maschinerie“ таким образом содействует выработке классового самосознания пролетариата. И это понятно, так как технический базис крупной промышленности — „Maschinerie“ — революционен, между тем как у прежних способов производства он консервативен (I, 512, 543). „Maschinerie“ является не только основой крупной промышленности в капиталистической форме. Приведем чрезвычайно интересную критику Марксом взглядов Юра на фабрику. В качестве „Пиндара автоматической фабрики“ Юр изображает „Maschinerie“ двояко: в одном случае — как кооперацию рабочих, наблюдающих за ней, в другом случае — как огромный автомат, составленный из многочисленных механических и сознательных органов. Указав на то, что обе эти характеристики не идентичны, Маркс замечает: „Der erstere Ausdruck gilt von jeder möglichen Anwendung der Maschinerie im grossen, der andre charakterisiert ihre k a p i t a l i s t i s c h e A n w e n d u n g und daher das m o d e r n e F a b r i k s y s t e m“ (I, 440—441).

Это место имеет первостепенное значение для уразумения отличия „Maschinerie“ капиталистической от некапиталистической. В первом случае автомат — субъект, рабочий — придаток, во втором рабочий — субъект, автомат — объект (I, 440, 470). Капиталистическое применение „Maschinerie“ есть временная и преходящая форма использования средства труда. В своем развитии „Maschinerie“ вступает в конфликт с капиталистическими производственными отношениями. Буржуазия оказывается враждебной „Maschinerie“ в перспективе развития последней, между тем как рабочий класс находит в ней своего мощного союзника. В этой связи представляет большой интерес следующее место из II тома „Капитала“: „Der Arbeiter zahlt in eigner Person, und dies bildet eins der Selbsterhaltungsmysterien des Kapitals, die der Tat nach einen juristischen Anspruch des Arbeiters auf die Maschinerie bilden und

ihn selbst vom bürgerlichen Rechtsstandpunkt aus zu ihrem Miteigentümer machen“ (II, 168, 181).

Сама капиталистическая система создает юридическое основание для рабочего в качестве совладельца „Maschinerie“.

В то время как буржуазные ученые (философы, механики, технологи, экономисты, и т. д.) превозносили машинизм, усматривая в его развитии сплошной прогресс, Маркс, напротив того, показал, что применение машин в капиталистическом обществе связано с чудовищным извращением самой природы средства труда.[1]

Маркс показывает, что нельзя рассматривать средство труда само по себе, вне тех общественных условий, в которых оно применяется. Не только данные естествознания, но и данные обществознания абсолютно необходимы для доподлинного изучения машинной техники и раскрытия ее сущности. Только такой подход к интересующей нас проблеме позволил Марксу установить то фундаментальное положение, что не существует противоречий и антагонизмов, не отделимых от капиталистического применения машинизма. При этом Маркс опять-таки употребляет термин „Maschinerie“: „Die von der kapitalistischen Anwendung der Maschinerie untrennbaren Widersprüche und Antagonismen existieren nicht, weil sie nicht aus der Maschinerie selbst erwachsen, sondern aus ihrer kapitalistischen Anwendung!“(I, 464).

Из всего вышесказанного явствует, что наряду с капиталистическим применением машинной техники возможно и другое, исторически более прогрессивное. Новая эпоха машинизма начинается лишь при коммунизме. Этому именно и учит Маркс. Он доказывает, что развитие машинизма в буржуазном обществе встречает препятствие в экономических интересах капиталистического класса. Так как капиталиста интересует не технический прогресс и не облегчение человеческого труда, а лишь прибыль, то факт падения заработной платы ниже стоимости рабочей силы является значительным препятствием для применения машин. Другое дело в коммунистическом обществе, где нет частной собственности на средства производства.[2]

---

[1] „Da also die Maschinerie an sich betrachtet die Arbeitszeit verkürzt, während sie kapitalistisch angewandt den Arbeitstag verlängert, an sich die Arbeit erleichtert, kapitalistisch angewandt ihre Intensität steigert, an sich ein Sieg des Menschen über die Naturkraft ist, kapitalistisch angewandt den Menschen durch die Naturkraft unterjocht, an sich den Reichtum des Produzenten vermehrt, kapitalistisch angewandt ihn verpaupert usw., erklärt der bürgerliche Ökonom einfach, das Ansichbetrachten der Maschinerie beweise haarscharf, dass alle jene handgreiflichen Widersprüche blosser Schein der gemeinen Wirklichkeit, aber an sich, also auch in der Theorie, gar nicht vorhanden sind. Er spart sich so alles weitre Kopfzerbrechen und bürdet seinem Gegner obendrein die Dummheit auf, nicht die kapitalistische Anwendung der Maschinerie zu bekämpfen, sondern die Maschinerie selbst“ (I 464—465).

[2] „Note zur 2. Ausgabe. In einer kommunistischen Gesellschaft hätte daher die Maschinerie einen ganz andren Spielraum als in der bürgerlichen Gesellschaft“ (I, 411).

При этом нельзя не вспомнить дискуссии о так называемой социалистической машине, имевшей место несколько лет тому назад в газете „Техника". Сторонники существования социалистической машины ошибаются вдвойне. Во-первых, теоретически неправомерно говорить об отдельно взятой машине как капиталистической или социалистической. Речь может итти лишь о машинной системе, т. е. о машинизме. Маркс совсем не случайно все время говорит о применении „Maschinerie" в той или иной общественной системе. Во-вторых — и это очень существенно — машину, а тем более „Maschinerie" нельзя понять вне законов естествознания: механики, физики, химии и т. д. Она является искусственным созданием общественного человека, но на основании законов природы. Коммунистическое общество сменяет капитализм и присущие ему закономерности, но оно не отменяет природы и ее законов. Более того, только при коммунизме оказывается возможным максимальное овладение силами природы — но на основании глубокого познания законов последней. Не только при капитализме, но и в будущем коммунистическом обществе придется строить „Maschinerie" на основе данных математики, физики и т. д. Поэтому-то Маркс так тщательно разграничил „Maschinerie" как техническую реальность от общественных условий ее использования.

Говоря о социальной сущности „Maschinerie", следует иметь в виду, что Маркс указывает на то, что она имеет большую историю, отмечая тем сам преемственность от эпохи к эпохе. Итак, мы видим, что понятие „Maschinerie" помогает нам выйти из вышеуказанной дискуссии с определенным мнением. Капиталистическое применение „Maschinerie" есть извращение ее социального назначения, лишь коммунистическое применение отвечает ее существу. Мы уже отмечали, что Маркс при исследовании общественной природы технической основы крупной промышленности все время пользуется термином „Maschinerie", понимая под последней не только машинный аггрегат (двигательная машина, трансмиссия, рабочая машина), а машинизм как техническую систему. В качестве таковой „Maschinerie" получает подлинное развитие лишь в бесклассовом обществе. Только здесь возможно развернуть до конца основные моменты, характеризующие машинизм в его наивысшей стадии, как то: последовательное применение данных естествознания — механики, физики, химии и т. д., полное осуществление принципа расчлененной системы рабочих машин, автоматизма и непрерывного процесса производства, а также создание единого центрального двигателя. В условиях капитализма „Maschinerie" ограничена в своих возможностях, лишь коммунистическое общество открывает для нее бесконечные горизонты. Блестящий пример тому — Советский Союз. В СССР — стране строящегося социализма — „Maschinerie" развивается в темпах, невиданных в человеческой истории. Но и достигнутые рекорды будут превзойдены с дальнейшим развитием социалистического общества, ибо „Maschinerie" находит доподлинно адэкватные социальные условия лишь при такой общественной системе, где нет

классов и эксплоатации людей, где общество социалистических производителей как единая организованная сила противостоит природе.

В свете учения Маркса о технике очень жалко выглядит буржуазная наука, пытавшаяся связать технику с общественной жизнью. В лучшую пору своей истории она в лице Юра и Беббеджа немного дала для решения стоявшей перед ней проблемы. Еще печальнее обстоит дело в этом отношении с буржуазной наукой в наше время.

Выше мы указывали на Зомбарта, по мнению которого сущность машины состоит в замене человеческого труда, в противоположность инструменту, помогающему человеческому труду.[1]

Таким образом, согласно Зомбарту, машина может функционировать как бы вне труда. Оба эти понятия у него как бы противостоят друг другу. Но в действительности это совсем не так. В качестве буржуазного ученого эпохи империализма Зомбарт не в состоянии установить соответствующее отношение между трудом и машиной. Какое бы количество машин ни было построено, какими бы высокими качествами они ни отличались, труд человека всегда будет необходим. Это прекрасно выяснил Маркс, показав, что труд — вечное и естественное условие человеческого существования.

Мы уже знаем, что машина не является экономической категорией, но нам также известно, что она выступает как общественное явление. Машина существует лишь в человеческом обществе. Это значит, что только в процессе труда она является реальностью. Маркс с исключительной силой выразил это положение в следующих словах: „Машина, которая не служит в процессе труда, бесполезна. Кроме того она подвергается разрушительной силе естественного обмена веществ. Железо ржавеет, дерево гниет, пряжа, которая не будет использована для тканья или вязанья, — лишь испорченный хлопок. Живой труд должен охватить эти вещи, воскресить их из мертвых, превратить их из только возможных в действительные и действующие потребительные стоимости" (I, 213—214).

Правда, в классовом обществе труд является тяжелой обязанностью человека, но в коммунистическом обществе он становится естественной потребностью и источником радостной жизни. Когда Маркс учит тому, что сущность машины состоит в механизме, работающем орудиями, то он тем самым вовсе не утверждает, что человеческий труд как таковой сходит со сцены. Дело обстоит совсем не так. Машинизм вносит объективное начало в производство, устраняя субъективизм мануфактурного производства; при этом труд не только остается в эпоху крупной промышленности, но его роль здесь возрастает больше, чем когда бы то ни было раньше. Техника всегда упирается в человека, ибо он является важнейшей производительной силой.

---

[1] Werner Sombart. Der moderne Kapitalismus, Bd. III, München und Leipzig, 1927, S. 109.

Маркс показал, что прибавочная стоимость создается рабочими, а не машинами, посредством машин, но не последними. Эпоха „Maschinerie“ еще более, чем эпоха машины, пронизывается социальным началом и упирается в общественные отношения людей. Теперь нужен высококвалифицированный труд: ученых, инженеров, мастеров, рабочих и т. д. Никогда до этого техника не была столь социально опосредствована, как в эпоху „Maschinerie“. Сторонники технократической идеи эпохи империализма ищут разрешения существующих противоречий на путях чистой техники. Но это абсолютно исключено, ибо техника не развивается как самодовлеющий процесс, а существует лишь в связи с хозяйством. Техника и экономика нераздельны. Стало быть, вне экономических отношений техника развиваться не может. Рабочий класс находит в ней своего могущественного союзника, который помогает ему уничтожить буржуазно-экономические отношения, несовместимые с дальнейшим техническим прогрессом. Именно только в эпоху „Maschinerie“ техника приходит в неразрешимое противоречие с буржуазной экономикой. Но этот конфликт будет разрешен на путях революционного уничтожения старого общества. Тогда, при коммунизме, начнется новая стадия, собственно говоря, доподлинная стадия развития „Maschinerie“.

Другой стороной, выражающей реакционность современного буржуазного общества, является идеология антимашинизма, имеющая своих представителей как в Америке, так и в Европе. Многие привыкли думать, что эта реакционная теория появилась совсем недавно, чуть ли не в последние годы; не случайно идея антимашинизма связывается с нашумевшей книгой Шпенглера „Der Mensch und die Technik“. В действительности идеология антимашинизма имеет большую давность не только в истории вообще, но и в истории высокоразвитого капитализма. Приведем в пример известного экономиста Карла Бюхера, написавшего в свое время очень интересную книгу „Работа и ритм“, книгу, которая не может итти ни в какое сравнение с философско-публицистическим бредом книжки Шпенглера. Так вот, уже в этой книге чувствуется страх буржуа перед машиной. Бюхер совершенно справедливо указывает на изнуряющее и гнетущее действие фабричной системы на рабочего, но он оказывается неспособным сказать самое важное, а именно, что это—фабричная система капитализма. Одно дело машина, другое дело — ее капиталистическое применение! Бюхер сожалеет об исчезновении рабочей песни на фабрике. Можно подумать, что в условиях рабовладельческой и феодальной эксплоатации работник чувствовал себя настолько хорошо, что ему только и хотелось петь песни. К счастью, восклицает наш автор, только небольшая часть машинной работы представляет собой фабричную работу, а в остальном машинная работа все еще остается ручной.[1]

[1] „Darin liegt das Aufreibende der Fabrikarbeit und das Niederdrückende; der Mensch ist ein Knecht des nie rastenden, nie ermüdenden Arbeitsmittels geworden, fast ein Teil

Таким образом, реакционная теория выступает под флером защиты труда от машины. Совершенно очевидно, что машина, а особенно „Maschinerie“ приносят с собой новый ритм, но лишь в условиях капиталистического применения этот ритм подавляет рабочего. В условиях социализма „Maschinerie“ становится основой такого художественного вдохновения, которого даже бледный отблеск не мог существовать в эпоху домашинной техники. Антимашинистские настроения буржуазной науки со времени выхода в свет книги Бюхера значительно усилились. В наше время создана целая теория антимашинизма. Она имеет своих представителей как в Америке, так и в Европе и нашла свое выражение в ряде литературных произведений, которые никакого отношения к науке не имеют. Более наукообразной может представиться на первый взгляд идея технократии. Однако, она не менее утопична, нежели ее формальный антипод — технофобия. Попытка развивать технику вне учета действительных экономических интересов общества означает по существу стремление нагромоздить машину на машину и возвести такую вавилонскую башню, которая не выдержит своей собственной тяжести. Технократия и технофобия нашей эпохи являются двумя формами, выражающими один и тот же фундаментальный факт — существование неустранимого противоречия между техникой и экономикой империализма, а отсюда и неспособность буржуазии создать стройное учение о технике.

Ленин с непререкаемой силой установил факт загнивания техники в эпоху империализма, а подобное положение вещей не может не привести к самым зловещим идеям в области учения о технике. Достаточно заглянуть в книжки по философии техники, выходящие в современной Германии, чтобы в этом убедиться.

Нам пора подвести некоторые итоги.

Орудие превращается в машину, машина — в „Maschinerie“. Машина есть соединение орудий. „Maschinerie“ есть соединение машин. Буржуазная наука видела между ними лишь количественное различие. Происходило это от неспособности представителей буржуазной науки связать развитие техники с экономической историей общества. Маркс был первым ученым, который раскрыл социальный момент в средстве труда. Орудие, как мы видели, целиком зависит от человека (его силы и ловкости). Для машины характерна замена орудия рабочего орудием механизма, приводимого в действие одним двигателем независимо

---

des Mechanismus, den er an irgend einer Stelle zu ergänzen hat. Und damit ist auch der Arbeitsgesang verschwunden. Was vermöchte die Menschenstimme gegen das Knattern des Räderwerks, das Surren der Transmissionen und alle jene unbestimmbaren Geräusche, welche die meisten Fabriksäle erfüllen und aus ihnen das Behagen verscheuchen! Zum Glück ist nur ein kleiner Teil der Maschinenarbeit auch Fabrikarbeit, und im Übrigen bleibt auch die Arbeit an der Maschine immer „Handarbeit“ (Dr. Karl Bücher. Arbeit und Rhytmus. Dritte, stark vermehrte Auflage, Druck und Verlag von B. G. Teubner, Leipzig, 1902, S. 419).

от формы последнего. Для „Maschinerie“ существенна автоматически действующая расчлененная система рабочих машин, приводимых в движение механическим двигателем. Машинная система появляется лишь в эпоху крупной промышленности. Преимущественно она характеризуется как соединение разнородных рабочих машин. Не совсем так обстоит с Maschinerie. С одной стороны, в не вполне развитой форме она существует еще со времен рабовладельческого общества (водяная мельница), с другой стороны, она выступает как соединение машин: разнородных (двигатель, трансмиссия, рабочая машина) и однородных— Werkzeugsmaschinerie и т. д. Из этого следует, что Maschinerie более широкое понятие, нежели машинная система. Подобно тому, как при переходе от орудия к машине существенное значение имела определенная форма орудия — „Handwerksinstrument“, так и при переходе от машины к „Maschinerie“ исключительное значение имеет определенная машина — рабочая машина. Но, раз возникнув, „Maschinerie“ развивается. Происходит переворот в одной отрасли производства, затем в другой. Текстиль, металл, химия, сельское хозяйство, транспорт и связь претерпевают ряд революционных изменений, ибо, как говорит Маркс, „переворот в способе производства, совершившийся в одной сфере промышленности, обусловливает такой же переворот в других сферах“ (I, 432). Тем самым в истории „Maschinerie“ начинают играть крупную роль двигатель, а позднее трансмиссия и так называемые общие условия материального производства.[1]

Орудие, машина и „Maschinerie“ являются различными формами средства труда. Последнее не существует само по себе, средство труда может существовать лишь в одной из этих форм или вариаций последних. Каждая из этих форм имеет многогранное содержание и длинную историю. Отличаясь друг от друга, они так взаимно связаны, что каждая из них перерастает в другую. Однако, здесь нет прямолинейного развития, подобно тому, как последнее отсутствует где бы то ни было. Когда появилась машина, орудие продолжает жить, при том двояко — во-первых, как часть машины, во-вторых, самостоятельно. С другой стороны, в эпоху „Maschinerie“ машина не только не сходит со сцены, а напротив того продолжает жить как часть ее и как самостоятельная машина. При всем том, разумеется, между ними существуют сложные переходы.



Однако, за единством нельзя забывать о различии. Задача науки состоит в раскрытии своеобразия явления до конца. Употребление орудия связано с известным субъективизмом. В эпоху машины мы имеем переход от субъективизма к объективизму, и лишь в эпоху „Maschinerie“ достигается доподлинный объективизм. Машина, таким образом, занимает промежуточное место между орудием и „Maschinerie“. Машина

[1] *Мы не можем заняться более подробным выяснением всех этих моментов.*

выросла из орудия и тотчас же стремится вырасти в „Maschinerie“. Поэтому разграничение между орудием и машиной и между орудием и „Maschinerie“ выявляется более отчетливо, чем между машиной и последней. Машина является как бы переходной стадией в истории техники. Прошлое техники — в орудии, ее будущее — в „Maschinerie“.

В заключение уместно перевести рассматриваемые категории на конкретный язык техники. В таком случае сверло, веретено, резец и т. д. выступят как различные орудия. Что же касается машин, то здесь дело обстоит несколько сложнее. Мы уже знаем, что Маркс различал ремесленные машины и машины эпохи крупной промышленности. Первые развиваются из орудий, не революционизирующих способа производства. Ремесленные машины существовали еще со времени рабовладельческого общества и достигают своего наивысшего развития в эпоху мануфактуры. В качестве примера таковых приведем следующие:

I. Транспортирующие машины: 1) полиспаст в форме поворотного крана, 2) насос поршневой, водоподъемный.

II. Двигательные машины: 1) водяное колесо, 2) машина Ньюкомена.

III. Рабочие машины: 1) гидравлический молот, толчеи (в различных видах: а) бумажная, б) дробильная и т. д.); 2) пресс (в различных формах; 3) пушечно-сверлильный станок (расточный) и т. д.

В качестве машин, революционизирующих промышленность, можно привести следующие: механические прядильный, ткацкий и токарный станки. Эти машины становятся частью Maschinerie. Последняя прежде всего выступила в форме соединения разнородных машин, в качестве такового она явилась технической основой возникшей фабрики (паровая машина—трансмиссия—рабочая машина). Когда же мы переходим к развитому фабричному производству, мы имеем System der Maschinerie, и наконец — Automatisches System der Maschinerie приводит нас к большому комбинату. Что же касается „Maschinerie“, выступающей как соединение однородных машин, то, например, в качестве „Werkzeugmaschinerie“ выступает тот или иной цех текстильной фабрики.

Если с технической точки зрения „Maschinerie“ есть соединение машин (аггрегат), то с широко социальной точки зрения она есть не что иное, как машинизм. В самом деле, „Maschinerie“, как мы видели, появляется сперва в капиталистической форме, а затем наступает эпоха применения „Maschinerie“ в условиях коммунизма. В полном соответствии с социально-философским учением Маркса, согласно которому доподлинная человеческая история начинается лишь с коммунистического общества, мы можем так же сказать, что капиталистическое применение „Maschinerie“ образует ее предисторию. В эпоху коммунизма подлинно развернутая история „Maschinerie“ только начинается. Наше понимание последней как машинизма подтверждается анализом не только ее социального, но и ее технического содержания. Мы уже знаем, что она выступает как „System der Maschinerie“ и как автоматическая

система „Maschinerie". Машинная система, сменяющая мануфактуру, достигает своего наивысшего развития в автоматически действующей системе „Maschinerie". Следовательно, „Maschinerie" означает машинную систему или машинизм.[1]

CH. GARBER

DAS PROBLEM DER „MASCHINERIE" BEI MARX

Wir sind gewöhnt, Marx als Philosophen, Wirtschaftswissenschaftler und Politiker zu studieren, obgleich sich sein Genie auch auf anderen Gebieten der Wissenschaft offenbart hat. Das gilt vielleicht in erster Linie für die Wissenschaft von der Technik und ist beim aufmerksamen Lesen des „Kapitals" nicht schwer zu erkennen. Unser Zeitalter der mächtigen Entwicklung der sozialistischen Technik in der UdSSR fordert gebieterisch die volle Beherrschung der Marxschen Lehre von der Technik.

In der vorliegenden Abhandlung wird der Versuch gemacht, das Problem der „Maschinerie" zu untersuchen, das in Marx' Konzeption der Technik eine zentrale Stelle einnimmt. In den Arbeiten über Geschichte und Theorie der Technik gebrauchen die Autoren nur die Begriffe „Werkzeug" und „Maschine", während Marx sich noch des Begriffes „Maschinerie" bedient. Diese drei Ausdrücke unterscheidet Marx streng. Die Tatsache, dass in manchen Fällen die Begriffe „Maschine" und „Maschinerie" zusammenfallen, beseitigt keineswegs den wirklich vorhandenen Unterschied zwischen ihnen. Es genügt daran zu erinnern, dass das berühmte 13. Kapitel des ersten Bandes des „Kapitals" „Maschinerie und grosse Industrie" heisst, d. h. dass in der Kapitelüberschrift das Wort „Maschine" fehlt. In der französischen Übersetzung des Werkes (die von Marx redigiert wurde) trägt dieses Kapitel gleichfalls die Überschrift: „Machinisme et grande industrie".[2] Ist das ein Zufall? Durchaus nicht! Es entsteht also die Frage: was bedeutet „Maschinerie"? Wodurch unterscheidet sich dieser Begriff von dem Begriff „Maschine"?

Die Analyse des Problems muss mit dem zweiten Begriff beginnen, da er seiner Natur nach einfacher ist.

---

[1] Мы считаем уместным напомнить в связи с этим, что во французском переводе „Капитала" под редакцией Маркса интересующая нас глава называется „Maschinisme et grande industrie", между тем как в оригинале она называется: „Maschinerie und grosse Industrie".

На эту сторону дела необходимо обратить сугубое внимание, если мы хотим понять, какое социально-техническое содержание вкладывал Маркс в понятие „Maschinerie".

[2] „Le Capital" par Karl Marx, Paris, p. 161.

Wie bekannt, kritisierte Marx die Mechaniker, Technologen und die ihnen folgenden Volkswirtschaftler, weil sie das Werkzeug als einfache Maschine ansahen und die Maschine für ein kompliziertes Werkzeug hielten, oder weil sie sie voneinander nach der Art ihrer Triebkraft unterschieden. Nach der Ansicht von Marx fehlt in der Definition der genannten Forscher das sozialhistorische Moment. Marx beweist ihnen gegenüber, dass das Werkzeug sich nur auf einer bestimmten Stufe der gesellschaftlichen Entwicklung — unter den Bedingungen des kapitalistischen Betriebes — in eine Maschine verwandeln konnte.

Hierauf könnte man erwidern, dass doch die Maschine schon bedeutend früher vorhanden war. Aber, um den Gedankengang von Marx vollständig zu verstehen, ist folgendes zu beachten. Zunächst stellt Marx fest, dass sich die Maschine aus dem Werkzeug entwickelt. Dabei zeigt er, welche Maschine aus welchem Werkzeug entsteht. Marx unterscheidet nämlich zweierlei Werkzeuge, erstens solche, bei denen der Mensch als Triebkraft dient (Pumpe, Blasebalg usw.) und zweitens solche, bei denen er unmittelbar die technische Operation durchführt. Diese Unterscheidung ist für die Erforschung des Problems: Werkzeug, Maschine, oder, richtiger, für die Erforschung der Entwicklung der Maschine aus dem Werkzeug von fundamentaler Bedeutung.

Marx hat gezeigt, dass die industrielle Revolution nicht von den Werkszeugen der ersten Art ausgeht, obgleich sie sich schon im Zeitalter der Manufaktur oder sogar bedeutend früher zu Maschinen entwickelt hatten, sondern von den Werkzeugen der zweiten Art, d. h. dass sich gerade das Werkzeug, bei welchem der Mensch unmittelbar die technische Operation durchführt, in eine wirkliche Maschine verwandelte.

In bezug auf die Werkzeuge erster Art, die sich bedeutend früher zur Maschine entwickelt haben, macht Marx die prinzipielle Bemerkung, dass sie schon in ihrer gewerbsmässigen Form als Maschine anzusprechen sind, dass sich dieser Umstand jedoch erst im Zeitalter der Grossindustrie, d. h. mehrere Jahrhunderte nach ihrer Entstehung, herausgestellt hat.

Das Werkzeug, das die Industrie revolutionierte, entwickelte sich zur Maschine im vollen Sinne des Wortes, d. h. es entwickelte sich zur Arbeitsmaschine. Somit kommen wir historisch vom Problem der Umbildung des Werkzeuges zur Maschine zum Problem der Verwandlung eines bestimmten Werkzeuges (Handwerksinstrumentes) in eine bestimmte Maschine (Arbeitsmaschine). Die historisch erste Maschine ist die Spinnmaschine. Das Werkzeug unterscheidet sich wesentlich von der Maschine. Ersteres beruht auf den subjektiven Fähigkeiten des Arbeiters (Kraft, Gewandtheit, Sicherheit usw.), letztere auf der objektiven Anwendung der Gesetze der Naturwissenschaften (Physik, Chemie usw.). Das Werkzeug hat den menschlichen Organismus als Basis, die Maschine — den natürlichen Mechanismus.

Betrachtet man die Maschine vom Standpunkt ihrer historischen Entwicklung, so ist sie nichts anderes, als eine Verbindung verschiedener Werkzeuge

Es wäre falsch anzunehmen, das Marx damit seine Analyse beendet hat. Im gegenteil: Marx geht bedeutend weiter und stellt sich die nächste Aufgabe: das Problem der Entwicklung der Maschine zur Maschinerie. Nachdem die unmittelbare technische Wirkung auf den Arbeitsgegenstand aus der Hand des Menschen genommen und auf einen mechanischen Apparat übergetragen worden war, war es nur noch eine Frage der Zeit, die eigentliche Triebkraft zu mechanisieren, d. h. die Kraft des Menschen durch Naturkräfte zu ersetzen. Dabei entstand zwischen der Arbeitsmaschine und der Triebkraft ein ganzer Mechanismus und damit sind wir bei einer grossen Einrichtung angelangt, die aus drei Teilen besteht. Das ist die Maschinerie.

Marx hat sie folgendermassen definiert: „Alle entwickelte Maschinerie besteht aus drei wesentlich verschiedenen Teilen: der Bewegungsmaschine, dem Transmissionsmechanismus, endlich der Werkzeugmaschine oder Arbeitsmaschine“. Aus diesen Worten folgt, dass „Maschinerie“ eine Verbindung von Maschinen bedeutet.

In der angeführten Definition ist die Rede von einer Verbindung verschiedenartiger Maschinen, in der „Arbeitsmaschinerie“ aber haben wir eine Verbindung gleichartiger Maschinen. Es ist zu bemerken, dass historisch die Maschinerie in der ersten Form entstand.

Bei Marx findet sich ausserdem der Ausdruck „Maschinensystem“. Im Gegensatz zur Manufaktur, die auf der Geschicklichkeit des Arbeiters beruht, beruht das Maschinensystem auf der folgerichtigen Anwendung der Ergebnisse der Naturwissenschaften und auf der Anwendung der Maschinerie. So wird im Laufe der Entwicklung das Maschinensystem zu einem System der Maschinerie, das aus einer Verbindung verschiedenartiger und gleichartiger Arbeitsmaschinen besteht. Charakteristisch für ein solches System ist das Prinzip des Automatismus und die primäre Triebkraft, die ihre eigene Bewegung selbst erzeugt. Daraus entwickelt sich dann eine noch höhere Stufe: das automatische System der Maschinerie. Hier hat der Arbeiter nur noch die Aufsicht über den Betriebsprozess.

Bei einer Maschine ist die Natur der Triebkraft nicht von Bedeutung. Die Maschinerie dagegen setzt unbedingt eine mechanisierte Triebkraft voraus.

Zur Vervollständigung des Bildes muss noch hinzugefügt werden, dass die Maschinerie eine lange Geschichte besitzt. In ihrer elementaren Form existierte sie schon im Altertum als Wassermühle. Sie ging ins Zeitalter des Handwerkes und der Manufaktur über, und gelangte Ende des XVIII. Jahrhunderts zu ihrer vollen Entfaltung. Damit wurde die Maschinerie zur technischen Grundlage der Grossindustrie.

Deshalb besitzt der Begriff „Maschinerie“ nicht nur eine rein technische Bedeutung, sondern hat er auch einen sozialen Inhalt. In diesem Falle ist die Maschinerie gleichbedeutend mit Maschinismus. Marx hat uns eine vollständig ausgearbeitete Lehre über die kapitalistische Anwendung der Maschinerie gegeben und hat die Art und Weise ihrer Aneignung im Kommunismus aufgezeigt. Erst in der kommunistischen Gesellschaft, in der

kein Klassenkampf stattfindet und die Menschheit der Natur organisiert gegenübersteht, findet die Maschinerie günstige Bedingungen für ihre weitere Entwicklung. Im Zeitalter des Kapitalismus haben wir nur die Vorgeschichte der Maschinerie. Ihre eigentliche Entwicklungsgeschichte beginnt erst mit der kommunistischen Gesellschaftsform.

Aus oben Gesagtem folgt, dass wir eigentlich zwei Probleme vor uns haben: die Verwandlung des Werkzeuges in die Maschine und die Verwandlung der Maschine in die Maschinerie. Die Maschine im vollen Sinne des Wortes entsteht erst in der kapitalistischen Form des Betriebes, andererseits aber gibt es schon Ende des XVIII. Jahrhunderts eine vollkommen entwickelte Maschinerie. Daraus folgt, dass die Maschine ein Mittelglied zwischen dem Werkzeug und der Maschinerie darstellt. Aus dem Werkzeug noch nicht ganz herausentwickelt wird die Maschine zu einem Teil der Maschinerie. So gehört das Werkzeug der Vergangenheit an, die Maschinerie der Zukunft.

Daraus folgt jedoch nicht, dass die Maschinerie die beiden ersten Arbeitsformen aufhebt. Im Gegenteil, wie das Werkzeug in der Maschine fortlebt, so hört die Maschine nicht auf in der Maschinerie weiter zu existieren.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ Сер. I, вып. 5

С. Васильев

ТЕОРИЯ НАУКИ ЭМИЛЯ МЕЙЕРСОНА

Имя Эмиля Мейерсона получило за последние 10—15 лет довольно широкую известность как во Франции, так и за ее пределами. Ряд капитальных исследований по теории науки, опубликованных Мейерсоном в период с 1908 по 1933 г., приобрел ему репутацию чрезвычайно широко образованного мыслителя, своеобразно поставившего многие неясные вопросы логики научного мышления. Выдающиеся деятели мировой науки — Эйнштейн, Ланжевен, Де-Бройль и др. — чрезвычайно высоко оценили произведения недавно умершего исследователя. Многие из его книг переведены на другие языки, и о них создалась уже целая литература. Такая социальная значимость работ Мейерсона может вполне оправдать интерес к нему.

Прежде чем приступить к характеристике взглядов Мейерсона, нам представляется целесообразным сказать несколько слов об основных вехах его жизни.

Родился Мейерсон в Польше, но уже в юности переселился в Германию, где занялся изучением химии. Окончив высшее учебное заведение, он работал некоторое время в качестве химика в лаборатории Бунзена. Вскоре, однако, он переехал во Францию, где первое время продолжал свою деятельность в качестве химика в лаборатории Шютценбергера.

Деятельность химика была, впрочем, только эпизодом в его жизни. От чисто экспериментальных исследований интересы его довольно быстро переместились в другую область. Он занялся изучением истории химии и через некоторое время окончательно переключился на исторические проблемы. Из ранних его исторических исследований следует отметить прекрасный этюд о малоизвестном предшественнике Ломоносова и Лавуазье — Жане Рее. [1]

Эволюция интересов Мейерсона этим не закончилась. В одной из своих работ он пишет, что когда он занялся историей химии, его

[1] Revue scientifique, VII, 1884.

сразу же поразило то обстоятельство, что ход мыслей химиков эпохи флогистики имел чрезвычайно много сходных черт с теми методологическими тенденциями, которым подчиняются исследователи наших дней. Это привело его к мысли, что хотя материал, которым оперируют мыслители, жившие в различное время, различен, хотя в теоретических концепциях, ими вырабатываемых, и господствует пестрота и разнобой, — в их научном творчестве все же можно установить самую тесную преемственность, обусловленную единством логических схем, которыми они пользуются.[1] Мейерсон сделал предположение, что для всех этапов научного мышления можно найти некоторые логические инварианты. Желая вскрыть эти инварианты, он обратился к исследованию логической структуры научных теорий. Это расширило круг его исторических интересов, привело к занятиям философией и окончательно определило его специальность как теоретика науки.

Во Франции Мейерсон нашел как бы свою интеллектуальную родину. Теория науки развивалась во Франции всегда значительно более интенсивно, чем в других странах. Поэтому естественно, что Мейерсон теснее связался с французской, чем с немецкой или английской культурой. Свои работы он писал на французском языке и этим формально включил себя в состав французской науки. Конечным результатом была окончательная натурализация его во Франции.

Первое эпистемологическое сочинение Мейерсоа, послужившее программой всей его дальнейшей деятельности, вышло в свет в 1908 г. Книга эта („Identité et réalité") произвела сразу же значительное впечатление. Тогдашний французский „властитель дум" — Бергсон — сделал о ней обстоятельный доклад в Академии Наук и подчеркнул ее „важность с точки зрения философии науки и философии вообще". Работа выдержала три французских издания, вскоре была переведена на немецкий язык и в 1912 г. была издана по-русски.

После этого Мейерсон на некоторое время замолчал. Следующая его капитальная работа — двухтомное исследование „De l'explication dans les sciences" — появилась только в 1921 г. Эта работа дает развитие тех мыслей, которые были намечены уже в „Identité et réalité", и изобилует большими историческими экскурсами (почти половина второго тома ее посвящена, например, анализу натурфилософии Гегеля).

Вторая книга Мейерсона также возбудила интерес. Положения, выдвинутые в ней, вызвали довольно оживленную дискуссию в специальных журналах, и вскоре понадобилось ее новое издание.

Во время дискуссии по поводу этой книги некоторыми критиками был брошен Мейерсону упрек в том, что установленные им теоретические

---

[1] В предисловии к одной из своих поздних работ (мы имеем в виду „La déduction relativiste") Мейерсон con amore цитирует следующие слова Паскаля: „Все человечество на протяжении веков нужно рассматривать как одного и того же человека, вечно живущего и вечно учащегося".

принципы, отвечая логике развития науки прошлого, не могут быть применены для характеристики науки наших дней. Это заставило Мейерсона заняться современной проблематикой и написать специальную работу, посвященную логическому анализу одной из новейших физических теорий, именно — теории относительности. В 1925 г. исследование это — „La déduction relativiste“ — появилось в свет.

Выбор теории относительности был удачен, так как эта теория, действительно, довольно естественно укладывается в ту логическую схему, которую выработал Мейерсон. Работа его привлекла к себе значительное внимание и вызвала довольно жаркую литературную дискуссию. Ею заинтересовался и сам творец теории относительности, поспешивший установить с автором личные отношения и выступивший по поводу нее в печати.[1] Результатом дискуссии Эйнштейна с Мейерсоном явилось следующее письменное заявление немецкого физика, солидаризировавшегося со взглядами автора „La déduction relativiste“: „Тот самый демон объяснения, которого я заметил у Декарта и у множества других мыслителей и который казался мне столь странным, на самом деле владеет и мной. Я теперь не сомневаюсь в этом. Я прочел вашу книгу, я с нею согласен, я ею убежден“.[2] В дальнейшем Эйнштейн все время поддерживал с Мейерсоном близкие отношения.

Следующая большая работа Мейерсона появилась в 1931 г. Она носит название „Du cheminement de la pensée“. Огромный материал, обработанный в трех томах этого исследования, материал, охватывающий произведения человеческой мысли от первобытной магии до квантовой механики, поистине подавляет. Цель этой работы заключалась в распространении принципов, установленных Мейерсоном на материалах истории науки, на все мышление. Книга эта только укрепила репутацию Мейерсона как чрезвычайно широко образованного исследователя.

Последнее произведение Мейерсона, вышедшее в конце 1932 г., незадолго до смерти своего автора, носит название „Le réel et le déterminisme dans la physique quantique“. Оно входит в серию „Actualités scientifiques“, редактируемую Де-Бройлем. Брошюра эта — самое слабое из созданий мейерсоновского пера. Мейерсон не владел квантовой механикой, да и проблематика, выдвигаемая новейшими квантовыми теориями, не укладывается в принципиальную схему Мейерсона. Кроме того, на этой работе заметно сказывается эволюция Мейерсона вправо. Моменты иррационализма и ряд позитивистических мотивов, которые были и в его прошлых произведениях, проявляются здесь с особенной силой. Хотя Де-Бройль и дал в своем предисловии к этой книжке прекрасный отзыв о ней, славы Мейерсону она не прибавляет.

---

[1] A. Einstein. À propos de la „Déduction relativiste“ de M. Émile Meyerson. Revue philosophique, № 2—3, 1928.

[2] Цит. по книге: A. Metz. Une nouvelle philosophie des sciences. Le causalisme de M. Émile Meyerson. Paris, 1928, pp. 179—180.

В дальнейшем нашем изложении мы будем иметь в виду главным образом три первых работы Мейерсона, т. е. „Identité et réalité“, „De l'explication dans les sciences“ и „La déduction relativiste“.

Таков был идейный путь, пройденный Мейерсоном. Перейдем теперь к анализу его воззрений, остановившись предварительно на освещении тех идейных источников, из которых они берут свое начало.

* * *

Мировоззрение Мейерсона сложилось под воздействием весьма различных и даже противоречивых тенденций. На него оказал большое влияние Бергсон, он впитал в себя целый ряд мотивов позитивизма и в то же время ему не чужды были и некоторые элементы материализма, или, как он их называл, „реализма“, заимствованного им из памятников научного творчества прошлого.

Анализ исторического научного наследства толкал его к материализму, но ходячие феноменалистические и позитивистические взгляды, столь пышно цветущие во французской теории науки, увлекали его в сторону идеализма. Позитивистические идеи Мейерсон сочетал с элементами бергсоинанства, прибавив к ним кое-какие реминисценции критицизма. В результате из его взглядов получилось нечто в достаточной степени эклектичное и путаное. Интересные и подчас справедливые соображения его о логике научного мышления переплелись с поверхностными обобщениями в духе позитивизма или с идеалистической декламацией à la Бергсон. Наиболее ценный материал своих воззрений Мейерсон почерпнул все же не из специфически философских источников, а из анализа той мировоззренческой концепции, которая, сознательно или бессознательно, управляла творческой мыслью большинства выдающихся естествоиспытателей. Но этот ценный материал вставлен в оправу позитивизма и идеализма. В итоге о Мейерсоне можно сказать приблизительно то же самое, что Ленин в свое время говорил о другом современном французском теоретике науки — Абеле Рее.[1] Склоняясь в известной степени в сторону той трактовки, которую дает задачам и методам науки материализм, Мейерсон, однако, облек свою точку зрения в та-

[1] Путаницу А. Рея в основных проблемах философии Ленин объяснял тем, что Рей „поставил себе неразрешимую задачу: примирить противоположность материалистической и идеалистической школы в новой физике“. „Рею, — говорил Ленин, — нельзя доверять, когда речь идет о точном философском определении понятий и о материализме в особенности, ибо Рей . . . полон бесконечного презрения к материалистам (и отличается бесконечным невежеством насчет гносеологии материализма)“. Однако, Ленин констатировал, что, ставя наиболее кардинальные вопросы, Рей все же тяготеет к той форме их решения, которая предлагается материализмом (см. Соч., т. XIII, стр. 240, 241, 242, 243 и 244). Поэтому, несмотря иа свою феноменалистическую фразеологию и авансы в сторону позитивизма, Рей является для Ленина „стыдливым материалистом“ (стр. 240). С некоторыми модификациями все ато можно применить и к Мейерсону. Ссылки на Ленина указаны по 2-му изданию Соч.

кую фразеологию, что эти материалистические тенденции свелись им почти на-нет. В дальнейшем мы постараемся это показать более подробно, а сейчас попробуем оценить отдельно роль каждого из тех идейных источников, которые питали мысль Мейерсона.

В ряду этих источников, как нам кажется, одно из первых мест следует отвести А. Бергсону. Поэтому мы начнем именно с анализа мотивов бергсонианства в мировоззрении Мейерсона. Основная мысль Мейерсона о том, что всякое естественно-научное объяснение какой-либо группы явлений стремится свести различия этих явлений к некоторому тождеству, что операциями интеллекта управляет такой принцип, который несовместим с процессовидностью реальности и наиболее ярким выражением этой процессовидности — течением времени, эта мысль была впервые формулирована именно Бергсоном.[1] Бергсон пришел на этом основании к заключению, что процесс эволюции мы должны постигать не интеллектуальным, а интуитивным путем, ибо интеллект и реальное время несовместимы друг с другом.

„Наука смотрит на вещи, — утверждает Бергсон, — с точки зрения их повторения. Если целое не повторяемо, она старается разложить его на элементы, или аспекты, которые приблизительно были бы воспроизведением прошлого. Она может оперировать только над тем, что остается повторяющимся, т. е. над тем, что, по предположению, освобождено от действия длительности. От нее ускользает то, что есть неповторяющегося и необратимого в последовательных моментах какой-либо истории.[2] Концентрируясь на повторяющемся и занимаясь соединением одинаковых элементов, интеллект как бы отворачивается от времени. Научное объяснение, в соответствии с этим, „всегда сводится к разложению хотя бы непредвиденного и нового на известные прежние элементы, соединенные в различном порядке“.[3] Эти положения Бергсона были целиком приняты Мейерсоном и легли в основу его анализа наиболее существенных логических инвариантов научных теорий.

Мейерсон нигде не говорит прямо, что эти свои основные идеи он заимствовал от Бергсона. Но всюду он отзывается о Бергсоне с большим пиететом, неоднократно его цитирует и заявляет, что Бергсон представляет собой одного из крупнейших мыслителей не только наших дней, но и в общей исторической перспективе развития философии. Во всяком случае положение Бергсона о том, что познание имеет кинематографи-

---

[1] Было бы точнее сказать, что мысль о несовместимости рассудочного познания, руководящегося принципом тождества, с реальностью была впервые формулирована не Бергсоном, а Гегелем. Однако, у Гегеля эта мысль была выражена в существенно иной форме, ибо кроме рассудочного познания Гегель утверждал наличие более высокого типа познавательной деятельности, именно — разумного и спекулятивного познания, при помощи которого интеллект все же может овладеть процессом реального становления.

[2] „L'évolution créatrice“, Paris, 1910, pp. 31—32, русск. пер. стр. 31.

[3] Там же, p. 178, русск. пер. стр. 144.

ческий характер и что всякий процесс развития, движения, рациональная мысль разлагает на целую серию статических снимков, чрезвычайно близка основным установкам Мейерсона. Все его рассуждения представляют собой лишь дополнительные доказательства этого положения. Этим и объясняется отчасти, почему Бергсон один из первых приветствовал „Identité et réalité" и дал о названной книге прекрасный отзыв.

Но говоря об этих общих идеях, заимствованных Мейерсоном у лидера новейшего антиинтеллектуализма, мы должны указать и на довольно существенное отличие воззрений Мейерсона от взглядов Бергсона. Мейерсон не хочет принять антиинтеллектуалистической платформы своего философского учителя. Хотя интеллект и статичен, хотя над его операциями и довлеет принцип тождества, никакого другого органа познания у нас нет. Исторически между интеллектом и реальностью всегда существует противоречие и с этим приходится считаться как с неизбежным явлением. Нужно принимать вещи так, как они существуют, сколь бы это ни представлялось нам нежелательным. Вне интеллекта, по мнению Мейерсона, мы во всяком случае не найдем для себя ничего хорошего.

Как мы уже сказали, бергсонианские идеи сочетаются у Мейерсона с „реалистической" концепцией о функциях и целях науки и научного познания.

Мейерсон весьма внимательно, добросовестно и объективно постарался проанализировать ту принципиальную концепцию, которая лежит в основе мышления подавляющего большинства естествоиспытателей. Этот анализ и привел его к убеждению, что основная тенденция науки и научного мышления совпадает с тенденцией материализма, или, как он говорит, следуя традиции буржуазной философской литературы, с тенденцией реализма. Наука исходит из признания независимой от сознания реальности, ритм жизни которой должны отражать научные теории. Эта точка зрения органически присуща науке. И Мейерсон потратил немало энергии на то, чтобы вскрыть неверность позитивистских концепций, сущность которых сводится к отбрасыванию проблемы реальности. Отсюда берет начало своеобразная материалистическая тенденция в мышлении Мейерсона, его внимание к онтологическим моментам научного знания. Но эта материалистическая тенденция то и дело заваливается позитивистским хламом, от которого он освободиться не в силах.

Французская теория науки вообще характеризуется очень сильным развитием позитивистских, феноменалистических идей. Этот феноменализм, конечно, должен был в значительной доле просочиться и в миросозерцание Мейерсона. Хотя французский исследователь и пытался оттолкнуться от позитивизма, хотя критика позитивизма и составила значительную часть построенного им теоретического здания, тем не менее он сделал позитивизму немалые уступки.

Уступки эти выражаются не только и не столько в феноменалистической терминологии, которой он постоянно пользуется (хотя и терминологические вопросы далеко не безразличны, так как всякий термин органически связан с соответствующим понятием). Мейерсон принимает некоторые положения позитивизма и по существу. Так, например, кардинальный тезис позитивизма о тождестве реальности с восприятием не только не подвергается Мейерсоном настоящей критике, но некоторые обороты его собственных произведений показывают, что и сам он иногда скатывается на эту точку зрения.

У Мейерсона отсутствует критика субъективно-идеалистической аргументации позитивизма. Иными словами, он не усмотрел в чем заключается центральный пункт философских позиций позитивистической теории науки. Поэтому он сам часто склоняется к той точке зрения, что признание независимой от сознания реальности, без которого невозможна наука, есть только форма мышления. Иными словами, он допускает возможность того, что наука создает свою реальность сама, полагает ее актом мышления.[1] Все это превращает позицию Мейерсона в нечто крайне противоречивое и бесформенное.

Не будучи в состоянии преодолеть позитивизм и таким путем обосновать свои материалистические симпатии, почерпнутые из истории науки, Мейерсон останавливается на перепутья. Чтобы облегчить свое положение, он усваивает позицию „объективного наблюдателя", стоящего, так сказать, „по ту сторону добра и зла". Он не хочет „ни плакать, ни смеяться", но описывать, как это делает летописец. В итоге его позиция сводится к простому констатированию ряда фактов. Факты эти таковы: 1) наука обладает материалистическими тенденциями; 2) эти тенденции прогрессивны, без них существование и развитие науки невозможны; 3) будучи прогрессивными, тенденции эти, однако, незаконны, так как не могут быть оправданы перед трибуналом гносеологической критики; 4) с этой точки зрения позитивизм вполне консеквентен; 5) но позитивизм не отвечает реальным принципам научного мышления и 6) научный идеал позитивизма неосуществим. Кардинальный вопрос, из-за которого загорелся весь сыр-бор, остается в результате открытым, и Мейерсон не решается высказать свое окончательное мнение.

Этим можно было бы закончить характеристику идейных источников мейерсоновской мысли, если бы в ней не было еще одного довольно существенного мотива. В мировоззрении Мейерсона немаловажную роль играет та концепция сознания, которая берет начало от Лейбница и через Канта оказывает большое влияние на всю философию XIX в.

Стремясь отыскать логические инварианты в структуре исторически эволюционирующей науки, т. е. те элементы научного мышления, кото-

[1] В „Déduction relativiste" Мейерсон идет по этому пути настолько далеко, что даже считает возможным провести параллель между тем, как „творит" свою „реальность" теолог и как приходит к реальности физик.

рые никогда ни при каких условиях не меняются, Мейерсон склонен приписать эти инварианты структуре интеллекта. Мейерсон много раз цитирует положение Лейбница, высказанное последним в полемике с Локком. Как известно, Лейбниц полагал, что аристотелево положение — „Nihil est in intellectu quod prius non fuerit in sensu", на котором настаивал Локк, должно быть дополнено поправкой — „nisi intellectus ipse". Разработка этого положения привела Канта к учению об априорных формах. Структура науки есть слепок со структуры сознания. Этот идеалистический мотив имеется и у Мейерсона. Его сильно занимает сакраментальный intellectus ipse. Логические инварианты, найденные им в эволюционирующих научных теориях, он пытается свести именно к структурным особенностям сознания. При этом разумная мысль о том, что человек не знает границ собственного антропоморфизма, вслед за кантианцами доводится Мейерсоном до самого тривиального идеалистического абсурда.

На этом мы закончим характеристику идейной родословной Мейерсона и приступим к освещению наиболее существенных черт его миросозерцания.

* * *

Одной из характернейших черт мышления Мейерсона, которая сразу же бросается в глаза, когда знакомишься с его произведениями, является стремление французского теоретика поставить себя в какую-то исключительную по своей созерцательной объективности позицию. Мы упоминали уже выше, что Мейерсон хочет ограничить свою работу разрешением одной только дескриптивной задачи описания инвариантов научного мышления. Это созерцательное отношение к материалу накладывает свою печать почти на все его построения. Даже там, где стихийная логика фактов заставляет его занимать активные позиции, он и то драпируется в плащ постороннего наблюдателя.

Мейерсон полагает, что анализировать функции интеллекта можно только на основе разбора существенных черт, характерных для застывших продуктов его деятельности, т. е. на основе того материала, который дает история науки. Изучение мысли in actu — невозможно: мы не обладаем специфическими орудиями, при помощи которых можно было бы выполнить такую работу. Поэтому нам остается только анатомировать готовые произведения научной мысли на различных стадиях ее развития. С точки зрения такой описательно-аналитической задачи французский автор и подходит к историческим фактам.

В предисловии к русскому изданию „Тождества и действительности" он пишет о своем методе следующее: „Мы анализируем науку не для того, чтобы извлечь из нее то, что рассматривается как ее результат..., еще меньше для того, чтобы вдохновляться ее методами... Мы скорее рассматриваем ее как сырой материал для работы, как уловимый про-

дукт — образчик мысли в ее развитии"[1]. В соответствии с этим он нигде не ставит вопроса о мере истинности анализируемых им научных теорий. Научная теория, вне зависимости от истинности или ложности ее, является для него только объектом анализа. К любой теоретической концепции он готов подходить почти так же, как психиатр подходит к анализу бредовых состояний больных.[2]

Уже одна эта постановка вопроса должна была привести Мейерсона и переоценке функций интеллекта, проявляющихся в научных теориях, и к недооценке роли реальности в их формировании. С такой созерцательной точки зрения наука есть чистое порождение интеллекта и только интеллекта. Воздействие реальности на интеллект сводится при этих условиях к минимуму. Это воздействие может проявляться только в том, что интеллект будет сталкиваться с „иррациональностью" восприятия. Подобная постановка вопроса, разумеется, совершенно неправильна.

Корень этой основной ошибки Мейерсона заключается в том, что французский исследователь чрезвычайно плоско и поверхностно представляет себе процесс становления науки. Хотя он и говорит, что конечной целью всех творческих построений является практика, из этого им не извлекается никаких выводов. Интеллектуальная деятельность рисуется ему в чисто созерцательном аспекте. Поэтому конфликты интеллекта, руководствующегося своими собственными канонами, с реальностью, которая живет своей самостоятельной жизнью, представляются ему именно только в виде конфликтов рассудочного схематизма с многообразием ощущений. В действительности же существо подобных конфликтов заключается в совершенно ином.

Практика порождает все теоретические спекуляции о реальности окружающей человека. Только то, что непосредственно или опосредствованным путем входит в орбиту активного взаимодействия с человеком, составляет предмет его размышлений. Практика же сортирует и все продукты деятельности интеллекта; она отбрасывает из предлагаемых теорий все то, что носит на себе печать одного только интеллекта, не сообразующегося с реальностью, и, наоборот, сохраняет все то, что отражает собственную природу последней. Конфликт интеллекта и реальности заключается, таким образом, не в том, что интеллект ищет единообразия и простоты, а мир ощущений многообразен и сложен, а в том, что процесс практики постоянно убеждает человека в лишь приблизительном, частичном соответствии его концепций с независимо от него существующей реальностью. Поэтому всякая попытка установления обязательных для

---

[1] Тождество и действительность, изд. „Шиповник", 1912, стр. XIII.

[2] В La déduction relativiste Мейерсон, например, специально оговаривается в начале книги, что его не интересует, в какой мере истинна теория относительности, так как это совершенно не важно для разрешаемой им задачи. Теория относительности есть порождение интеллекта и этого совершенно достаточно, чтобы заняться ее анализом. См. La déduction relativiste, p. XII.

всякой научной теории элементов логической структуры вне зависимости от вопроса относительно истинности этой теории оказывается совершенно несостоятельной. Эпистемологическая проблема не может быть оторвана от проблемы отражения научной теорией реальности. Наука ведь не является совокупностью бредовых построений шизофреников или параноиков, не считающихся с реальностью; она всегда направлена на реальность и представляет собой попытку нарисовать картину последней.

Поскольку научная теория может делать практику более эффективной, постольку в этой теории должны иметься черты, более или менее точно отвечающие структуре объективной реальности. При исторической смене теорий, очевидно, этих черт становится все больше и больше, ибо практика становится все более и более многосторонней и сложной, и отбор, производимый ею, делается более скрупулезным и детальным. Поэтому научные теории развиваются преемственно. Последующая теория не просто уничтожает предшествующую, но „снимает" ее, т. е. сохраняет некоторые элементы ее содержания без изменений. Релятивистская механика не устранила ньютоновской, но только вскрыла границы ее применимости, т. е. меру ее истинности. То же самое можно сказать и о взаимоотношениях классической и современной атомистики и т. д. Поэтому логические инварианты отнюдь не обязательно должны быть чертами интеллекта, оставляемыми им на науке, подобно печати. Они должны быть и выражением некоторых наиболее общих закономерных отношений, господствующих в самой объективной действительности. Именно поэтому-то и необходимо разрабатывать эпистемологическую проблему. Положительное значение эпистемологической теории состоит именно в том, что она позволяет нам составить более правильное представление о реальности. Вскрытие же антропоморфных черт, имеющихся в научных построениях, хотя и является само по себе важным, образует все же только о т р и ц а т е л ь н у ю сторону проблемы.

В соответствии со своей позицией „объективного наблюдателя", Мейерсон заявляет, что он не хочет связывать себя никакой философской концепцией. Философское учение может быть построено лишь на результатах его исторического анализа, но самый этот анализ должен быть проведен без всяких предвзятых идей.

Декламации аналогичного стиля встречаются в литературе довольно часто. Это не мешает им быть в лучшем случае лишь благочестивыми пожеланиями (чаще же всего они являются простым лицемерием). Особенно распространены эти декламации у сторонников „позитивной" точки зрения.

Мейерсон полемизирует с ними, совершенно справедливо указывая, что все гипотезы должны быть по существу признаны только греческим названием предвзятых идей и что развитие науки было бы невозможно, если бы научное мышление действительно отказалось от пользования ими. К счастью, эта опасность исключена, потому что все

сколько-нибудь занимающиеся исследовательской работой люди неизбежно подходят к материалу с весьма солидным грузом апперцепций.

Обращаясь к самому себе, Мейерсон странным образом забывает свою собственную критику. Правда, время от времени он начинает чувствовать отсутствие у себя развернутой, целостной философской точки зрения, как некоторый недостаток. Но тут на сцену являются аргументы ad hominem. Субъективное оправдание свое Мейерсон видит в том, что он не является философом. Не случайно в названии первой книги Мейерсона фигурирует подзаголовок „Опыт построения теории науки, как введение в метафизику". Мейерсон считает, что он не способен построить общей философской или, как он говорит, метафизической теории. Личные замечания в этом духе у него встречаются неоднократно. Так, например, упоминая в „Тождестве и действительности" имя Бергсона (он аттестует последнего как блестящего мастера мысли, чрезвычайно легко оперирующего понятиями и умеющего сочетать самые на первый взгляд разнородные вещи), после комплиментов ему, он с некоторой горечью замечает, что сам он, к сожалению, лишен дара философского творчества и поэтому должен выступать только в роли трудолюбивого муравья, который собирает материал для будущих Бергсонов.[1] Совершенно аналогично в книге „Du cheminement de la pensée" в параграфе, который так и называется „Pro domo sua", после заявления, что Гегель отличался величайшей способностью синтеза и чрезвычайно глубоко проник в тайны научного мышления, Мейерсон добавляет, что сам он неоднократно слышал упреки в описательном характере своих работ, в отсутствии у него надлежащих общих выводов. Он хотел бы походить на Гегеля, но у него не хватает для этого надлежащей интеллектуальной силы.[2]

Разумеется, созерцательная позиция Мейерсона в целом ряде случаев оказывается лишь видимостью. По самому существу своей работы он не может ограничиться одной только описательной задачей. Ведь и описание необходимо должно пользоваться какими-то избирательными критериями, а эти критерии вытекают из общеметодологических позиций. И у Мейерсона такие критерии имеются. Пусть они не оригинальны, пусть на них лежит глубокая печать эклектизма, но они все же существуют. Мы уже сказали о них выше. В дальнейшем мы постараемся показать их более подробно.

Перейдем теперь к вопросу о критике позитивизма, занимающей в сочинениях Мейерсона немалое место.

* * *

Мейерсон принимает в известной мере ту картину генезиса науки, которую дает позитивизм. Он неоднократно цитирует „инструменталь-

[1] Тождество, стр. XX, XXII.

[2] Du cheminement, I, 252.

ные" формулы Бэкона и Гоббса, не раз подчеркивает, что наука — служанка практики, и охотно приводит известную формулу Конта — „мы должны знать, чтобы предвидеть, и предвидеть, чтобы действовать".

Однако, Мейерсон отнюдь не безоговорочно соглашается с этим тезисом о практически телеологической установке науки. Он не был знаком с той глубокой разработкой вопроса о взаимоотношении теории и практики, которую, в противовес позитивизму, дали основоположники диалектического материализма. Поэтому, вместо целостной концепции генезиса и социальных функций науки, он ограничился рядом эклектических поправок к Конту. Поправки эти вызваны были стремлением избежать некоторых выводов, сделанных позитивизмом из практического подхода к науке.

Социальная функция науки обрисована позитивизмом, по мнению Мейерсона, несколько односторонне. Если подходить к науке только так, как подходят позитивисты, то было бы логичным требовать, чтобы наука базировалась на одном только принципе закономерности. [1] Разумеется, идея детерминизма составляет фундаментальное положение науки. Однако, одного признания того, что явления действительности всегда протекают согласно определенному порядку, далеко еще не достаточно для освещения вопроса о структуре науки. Конт был, по мнению Мейерсона, совершенно последователен, утверждая, что наука должна ограничиваться только описательными задачами, и что ее цель следует считать вполне достигнутой, если она диагностировала наличие в ходе явлений некоторых постоянных отношений, чтобы дать затем рецепт для действий. Однако, реальная наука далека от такого самоограничения. Помимо описания, она дает еще и объяснение. Все элементы научной теории, относящиеся к задаче объяснения, отнюдь не являются паразитарными образованиями; наоборот, они представляют собой органическую составную ее часть, и наука не существует без них. Но это обстоятельство должно, по мнению Мейерсона, внести поправку и в освещение вопроса об исключительной роли практики в процессе создания науки.

Совершенно справедливо восставая против феноменологической трактовки науки, предлагаемой позитивизмом, Мейерсон при этом сам делает ряд грубых ошибок, скатываясь к идеализму. Он эклектически полагает, что наличие в науке тенденции не только описать, но и объяснить явления, свидетельствует о существовании у творящего научные теории человека некоего прирожденного, изначального и бескорыстного

---

[1] Так мы переводим термин Мейерсона „légalité". Русский переводчик „Identité et réalité" предпочел воспользоваться для перевода этого термина словом „законность". Однако, это последнее слово имеет слишком сильный юридический колорит, чтобы его можно было без колебания перенести на область естественных наук. Поэтому мы я предлагаем передать термин „légalité" словом „закономерность", имеющим уже традицию.

интереса к чистому познанию. Иллюзии отдельных исследователей он принимает за нечто реальное и первичное. Этим фальшивым аргументом он хочет поддержать необходимость объясняющих теорий и ограничить значение утверждения, что наука происходит из практики и является лишь рационализацией реальной деятельности общественного человека.

Уже на этом примере можно убедиться, насколько недостаточно Мейерсон преодолел позитивизм. В самом деле, разве можно согласиться с Мейерсоном, что указание на определяющую роль практики в формировании научной теории обязательно должно повлечь за собой признание феноменологической программы Конта? Разве можно, например, изображать процесс подведения статистического обоснования под термодинамику, как тенденцию, противоречащую практической функции науки, и постулировать для ее объяснения наличие какой-то специфической изначальной потребности человеческого духа? Конечно, Конт и позитивисты достаточно плоско формулировали свой тезис о практических корнях научного знания. Бутру в свое время совершенно справедливо писал, что в системе позитивизма „наука находится в особенно стесненном положении. Ей не только запрещено отдаваться таким исследованиям, польза которых для общества не вполне очевидна, или простирать свою заботу о точности за пределы практической жизни; но ей навязываются произвольные гипотезы и фикции воображения, тогда как сама по себе она не делает никаких шагов по направлению к позитивизму“[1]. Однако, это не может служить все же достаточным основанием для пересмотра правильного (хотя и не в контовской редакции) положения, что научная теория есть накопленная и сконденсированная практика и что функция науки заключается в том, чтобы дать человеку средства для ориентировки в окружающей его действительности и для повышения эффективности его действий. Эклектическая поправка Мейерсона во всяком случае совершенно не может служить базой для защиты нефеноменологической теории науки.

Принцип закономерности, который кладут во главу угла своей эпистемологической теории позитивисты, действительно является фундаментальнейшим принципом научного мышления. Однако, в противовес позитивизму Мейерсон подчеркивает, что он отнюдь не является результатом какого-то рационального, сознательного эмпирического обобщения. Его источники гораздо глубже. Даже животные руководятся этим принципом. Он представляет собой как бы инстинктивную подоснову интеллекта. Когда собаке бросают кусок мяса, она ловит его налету. Она чисто инстинктивно знает основные соотношения, рациональным, дискурсивным выражением которых являются законы падения Галилея. Пользование принципом закономерности и доверие к нему представляют собой совершенно естественный результат биологической эволюции.

---

[1] Бутру. Наука и религия в современной философии, стр. 65.

Природа ставит перед каждым живым существом проблему: разгадай меня или я тебя уничтожу. „Разгадай", в данном случае, значит: определи постоянные отношения и связи, в которых фигурирует данное явление природы. Поэтому-то уверенность в постоянстве хода явлений природы и достигла, по мнению Мейерсона, в процессе эволюции степени инстинкта.

Но, разумеется, психологическая принудительность не может еще служить доказательством того, что принцип закономерности абсолютно истинен. Тот же самый Конт полагал, что детальный ход явлений природы отнюдь не закономерен. „Естественные законы, — писал он, — являющиеся истинным объектом наших исследований, не могут оставаться строго согласованными с подробным изучением".[1] Именно по этим соображениям он протестовал против слишком большой точности измерений Реньо, против микроскопических исследований и т. д. Поэтому критика позитивизма должна была бы включать и разбор субъективистических ошибок последователей Конта. Проблема закономерности не может быть решена на почве феноменализма. Настоящей базой, на которую следует здесь ориентироваться, является объективная реальность. Однако, Мейерсон не идет по этому пути. Последний слишком материалистичен для него. К тому же основная установка французского автора — переносить все логические инварианты науки на интеллект — в конце концов остается родственной психологизму. Поэтому он не только не критикует позиций Конта в этом вопросе, но даже в известной мере их принимает. Соответствующие мотивы имеются уже в „Тождестве и действительности", но особенно сильно они дают себя знать в последней работе, именно — в „Le réel et le déterminisme dans la physique quantique". Мейерсон допускает в этой книге, что может быть Конт и прав в своем стремлении ограничить значимость принципа закономерности, но в этом случае области, выходящие за пределы действия принципа закономерности, должны будут остаться вне компетенции науки. Таким образом и в этом вопросе он останавливается на полпути.

Позитивизм полагает, что для построения науки совершенно достаточно одного только принципа закономерности и что принцип причинности является в здании чистой позитивной науки совершенно излишним метафизическим привеском. Таким же метафизическим привеском является, с точки зрения позитивизма, и представление о существующей независимо от сознания реальности. Научный идеал позитивизма заключается в построении такой научной теории, которая состояла бы

---

[1] A. Comte. Cours de la philosophie positive, VI, pp. 637—638. Эта мысль воскресла в наши дни в квантовой механике. Последователи копенгагенской школы утверждают, что детерминизм имеет место лишь в макрокосме, т. е. является результатом статистического усреднения элементарных процессов. Что же касается микрокосма, т. е. элементарных процессов, то последний не детерминирован.

из одних только законов и не включала бы в себя никаких элементов учения о структуре бытия.

Мейерсон совершенно справедливо указывает, что история науки никогда не давала нам картины сколько-нибудь полной реализации позитивистического идеала. И это приводит его к утверждению, что позитивистический идеал рациональной науки вообще не может быть осуществлен принципиально. Как показывает большое количество примеров, даже наиболее ригористически настроенные позитивисты в конце концов неизбежно от чистой феноменологии приходят к своеобразной научной онтологии; но эта онтология, в отличие от обычной, представляет собой онтологию отношений, а не объектов. Иными словами, все попытки реализации эпистемологических требований, выдвинутых Контом, Махом, Дюгемом и т. д., вырождались в утверждение существования своеобразной системы чистых отношений, лишенных какого бы то ни было субъекта („les rapports sans supports", как выражается Мейерсон), т. е. приводили к наиболее абсурдной из всех возможных онтологических концепций — „метафизике чистых законов". [1]

Позитивизм видит конечную задачу науки в создании такой дедуктивной теории, которая охватывала бы все многообразие форм действительности, раскрывающейся человеку в чувственном опыте. Но это означает, по мнению Мейерсона, что позитивизм в неявном виде, наряду с принципом закономерности, вводит еще один постулат, именно — постулат о рациональности чувственной действительности. Выдвигая программу создания дедуктивной теории, позитивизм неизбежно должен предполагать, что поток чувственной действительности может быть уложен в систему рациональных понятий. Дедуктивная теория, согласно воззрениям позитивистов, представляет собой систему единообразных правил, которую мы создаем, чтобы не обременять свою память множеством частных случаев. Правила эти, разумеется, должны быть связаны друг с другом так, чтобы составлять целостную систему, подобную математической дисциплине. Однако, никогда и нигде позитивисты не ставили перед собой проблемы о предпосылках возможности осуществления такого рода теорий. Иными словами, постулат рациональности выдвигался ими совершенно догматически, и в этом смысле они ничем не отличаются от тех мыслителей, которых они презрительно аттестуют в качестве „метафизиков". Все это делает систему воззрения позитивизма крайне шаткой и внутренне несостоятельной.

Необоснованность позитивистической точки зрения, говорит Мейерсон, обнаруживается, если подойти к ней еще и с другой стороны. Если в соответствии с позитивизмом ограничить роль науки только

[1] „Движение без материи", о котором говорил в свое время Ленин, представляет собой типичное проявление этой общей тенденции позитивизма пользоваться понятием бессубъектного отношения.

выработкой „удобной“ рецептуры для практики и выкинуть из нее все то, что выходит из рамок чистой феноменологии, то окажется совершенно непонятной та роль, которую играет в современной научной (в частности — физической) теории математика. В самом деле, современная научная теория вместо элементов непосредственного опыта, описанием которых хочет ограничиться позитивизм, имеет дело с абстрактными и часто не поддающимися наглядному толкованию понятиями. Исходным моментом науки является опыт, т. е. некоторая совокупность ощущений. Конечной ее целью является стремление ориентировать нас в потоке тех же ощущений. Но почему непосредственный материал ощущений не фигурирует в самой теории, а вместо него подставляются какие-то бескровные математические символы?

Мейерсон знает, что позитивисты занимались этим вопросом, но справедливо указывает, что аргументация, выдвинутая ими, не выдерживает критики. Аргументация эта сводится к утверждению, что математика представляет для физики просто-напросто точный язык, который позволяет избежать двусмысленностей. Недостаточность подобных соображений явствует уже из того, что математические определения и измерения позволяют описать только одну сторону эмпирической действительности — ее количественные характеристики и не способны схватить другую, именно — качества. Между тем, практическая деятельность человека состоит как раз в качественной трансформации вещей. Поэтому и „удобство“ математического языка оказывается весьма относительным. Далее, позитивистская трактовка взаимоотношения математики и физики предполагает, что физика должна пользоваться, главным образом, алгеброй и анализом, понятия которых способны выражать интенсивные величины. Но почему же тогда в физической теории обильно представлены чисто пространственные образы и играет такую большую роль геометрия? На эти вопросы позитивистская эпистемология не дает ответа.[1]

Наконец, третьим существенным недостатком позитивистской теории науки является то, что всякая позитивистская трактовка естествознания дает совершенно превратную картину его состояния в данный исторический момент. Изложенная в соответствии с принципами позитивизма научная теория лишается своего динамического характера. Если же эти принципы распространить на целую научную дисциплину, то

[1] Ответ, который дает на эти вопросы сам Мейерсон, нам тоже представляется неудовлетворительным. Мейерсон указывает, что, пользуясь качественными понятиями, нельзя построить замкнутой связной теории, ибо всякое качество самодовлеюще, интенсивно и неаддитивно. Поэтому-то, стремясь рационализировать действительность, интеллект подставляет вместо качественных элементов опыта их количественный скелет. Ответ этот по существу не выводит нас из узкого круга субъективизма, так как роль математики объясняется здесь установками интеллекта, а не структурой объективной реальности.

последняя представится как нечто совершенно замкнутое, законченное и неспособное к дальнейшему развитию. „Наука, лишенная теории (т. е. нефеноменологических моментов. *С. В.*), — говорит Мейерсон, — кажется в некотором роде окончательно завершенной, статичной, в то время как истинная наука — мы это чувствуем — должна быть текучей, эволюционирующей, прогрессирующей“. [1] Это соображение совершенно справедливо. Во французской литературе, насколько нам известно, оно впервые было выдвинуто А. Реем в полемике с Дюгемом.

Таким образом, основные пороки позитивизма Мейерсон видит в том, что тот недостаточно учитывает реальные черты исторически существующей науки и доктринерски навязывает ей свою собственную, в достаточной степени выхолощенную концепцию. Между тем научная картина мира выросла из картины мира „здравого смысла“, для которого характерно бессознательное признание основных положений материализма. Элементы этого „здравого смысла“ всегда имеются в науке и, по существу, методы, которыми наука пытается отобразить предполагаемую ею независимой от сознания реальность, совершенно аналогичны тем, которыми пользуется рядовой человек, не искушенный в ухищрениях философской эквилибристики.

Для человека, руководствующегося своим „здравым смыслом“, совершенно ясно, что его чувственный опыт, без критического к нему отношения, способен породить массу иллюзий. Любое представление о предмете обладает как вариантными, так и инвариантными элементами. Воспринимая, например, самый обыкновенный стул, я воспринимаю его под различными углами зрения по разному. Однако, смыкая все многообразие восприятий стула в единое целое, я нахожу в этих восприятиях ряд инвариантных черт. Синтезируя эти инварианты, я утверждаю, что стул сам по себе таков-то и таков-то, но при таких-то частных условиях наблюдения он должен мне представляться таким-то, при других — таким-то и т. д. Вариантные черты восприятия относятся таким образом к условиям наблюдения, инвариантные же — к структуре реальности, которая полагается неизменной и, во всяком случае, независимой от условий наблюдения.

Но ведь этот путь рассуждений совершенно подобен тому, по которому идет, например, теория относительности. От различных координатных систем, к которым относятся отдельные наблюдения, она переходит к инвариантной схеме, причем все вариантные формы выражения законов она рассматривает как зависимые от условий наблюдения.

Этот пример ясно свидетельствует о том, что наука действительно является продолжением „здравого смысла“ и только вместо объектов, постулируемых здравым смыслом, предполагает существование других. Эти предполагаемые наукой объекты — Мейерсон называет их „объектами

---

[1] De l'explication, I, p. 43.

второго рода" — характеризуются теми же свойствами объективности, независимости от сознания и инвариантности, которые „здравый смысл" приписывает своим объектам. Даже больше, объекты „второго рода" часто гораздо более реальны, нежели объекты непосредственного здравого смысла, хотя их количественно и меньше. В этой именно связи Мейерсон и приводит фразу Гобло: „Философ — наименьший метафизик из людей, ученый — несколько больший, чем философ, и, наконец, обычный человек — целиком метафизик".[1] Меньшая „метафизичность" ученого по сравнению с „обычным" человеком заключается в том, что ученый рассматривает целый ряд объектов, которые „здравый смысл" предполагает существующими совершенно независимо от сознания, в качестве частично обусловленных последним. Поэтому-то объекты, считаемые наукой реальными, реальны в гораздо большей мере, чем объекты здравого смысла, ибо предположение об их существовании выдержало критическую проверку.

Отсюда вывод Мейерсона: „Онтологична не только исходная точка науки, так как это мир объектов «здравого смысла», но даже когда она покидает эти концепции или когда она их видоизменяет, то принятое ею столь же онтологично, как то, что она покинула".[2]

Носительницей „метафизических" элементов в системе науки является теория, но теория не позитивистическая, представляющаяся простым резюме найденных законов и ограничивающаяся описанием, а, как выражается Мейерсон, „фигуративная", модельная теория, пытающаяся дать картину того механизма, который лежит в основе явлений и который обусловливает определенный характер законов, управляющих этими явлениями.

Значение теории заключается в том, что она представляет собой попытку отражения структуры реальности, что она пытается дать картину существующего независимо от сознания. Наличие такой „фигуративной" теории в науке неизбежно, ибо наука стремится не к одному только предвидению будущего, но ставит перед собой и целый ряд ретроспективных задач. Одной из фундаментальных ошибок позитивизма, по мнению Мейерсона, является именно то, что он не связывает задач перспективных с задачами ретроспективными. Можно, конечно, сказать, что предвидение обращено к будущему, а объяснение — к прошлому, но резкая демаркационная линия между предвидением и объяснением все же невозможна. Различие между предвидением и объяснением, говорит Мейерсон, „нельзя доводить до предела: мы можем предвидеть только с помощью законов и правил, выведенных нами из рас-

---

[1] La déduction relativiste, p. 77. Излишне говорить, что термин „метафизик" употребляется здесь в том смысле, в каком употребляют его позитивисты, т. е. в смысле утверждения существования независимой от сознания реальности.

[2] De l'explication, p. 26.

смотрения прошлого и, наоборот, когда явление объяснено, мы наперед знаем, как поведет себя реальность в аналогичном случае“ [1]. Между тем, позитивизм резко эти две задачи разрывает и в результате приходит к своей пуристской программе выкидывания из науки модельных представлений, программе, никогда не находящей себе осуществления в реальной, исторически существующей науке.

„Желание обойтись без метафизики, — пишет по поводу программы позитивизма Мейерсон, — это совершенно тщетная претензия. Метафизика проникает всю науку по той простой причине, что она содержится уже в ее исходном пункте. Мы даже не можем отвести ей особой области. Primum vivere, deinde philosophare — гласит правило древнего мудреца. В действительности это правило призрачно, столь же невыполнимо, как, например, совет освободиться от силы тяготения. Vivere est philosophare“. [2]

Осуществляя последовательно свою программу, позитивист в той или иной форме должен солидаризироваться с наивным реализмом, предполагающим, что реальность в точности такова, как она раскрывается чувственному восприятию. Указывая на это обстоятельство, Мейерсон вспоминает о критике позитивизма, данной в свое время Планком. Он солидаризируется с аргументами Планка, которые направлены к тому, чтобы показать, что реальная тенденция науки резко противоположна той, которую навязывает ей позитивизм. Наука стремится к тому, чтобы исключить из рисуемой ею картины мира все специфически антропоморфные элементы, связанные с восприятием. „Абстрактная“ картина мира, к которой приходит на этом пути физика, оказывается при этом гораздо более „конкретной“, чем картина, рисуемая чувственным восприятием, потому что разнородные элементы действительности оказываются в ней в гораздо более тесной связи и объединены в некоторую целостную систему. Мейерсон подчеркивает, что эта тенденция науки подмечена Планком совершенно правильно и бьет позиции позитивизма необычайно сильно, так как эпистемология позитивизма предполагает как раз не исключение чувственных антропоморфизмов, а сознательное к ним примыкание.

Подведем некоторые итоги мейерсоновской критики позитивизма.

Стремясь оттолкнуться от позитивистской эпистемологии, Мейерсон правильно указывает на ряд ее важнейших недочетов. Однако, критические соображения его не затрагивают центральных пунктов философского обоснования позитивизма и поэтому последний остается далеко не преодоленным до конца. Как мы указали уже выше, Мейерсон остановился в своей критике на полдороге. Позиция, занятая Мейерсоном, свелась к констатированию факта, что структура науки не отвечает

[1] Du cheminement de la pensée, I, p. 5—6.

[2] Тождество, стр. 404.

программе позитивизма, причем вопрос — quid juris? — не был им даже поставлен сколько-нибудь полно. В результате это привело к нескольким эклектическим поправкам, долженствующим смягчить „крайности" позитивизма и только.[1]

* * *

Показав на большом историческом материале, что реальная наука чрезвычайно далека от программы, навязываемой ей позитивизмом, Мейерсон формулирует первое свое фундаментальное положение: наука предполагает реальность и стремится дать картину жизни последней. Всякая попытка нарисовать эту картину представляет собой сознательный выход за пределы чисто феноменологической задачи. „Описание" превращается в „объяснение". Поэтому первое фундаментальное положение — наука предполагает реальность — влечет за собой второе — наука стремится объяснить явления.

Тенденция к объяснению радикально отличает науку от магии. Последняя, так же как и наука, предполагает наличие некоторых постоянных закономерных отношений между явлениями. Однако, магия не объясняет этих отношений, а только пользуется ими. В этом смысле именно магия является осуществлением программы позитивизма. Наоборот, наука не ограничивается констатированием отношений; она стремится сделать их понятными, отыскать их рациональную объективную базу, вскрыть их внутреннюю структуру.

Что же означает требование объяснить явления? Какова природа и каковы методы объяснения? Эти вопросы привлекают к себе наибольшее внимание Мейерсона, и главная задача его исследований состоит в том, чтобы отыскать ответ именно на них.

Объяснение, как мы уже сказали, заключается в обнаружении рациональной объективной базы тех постоянных отношений, в которых фигурируют явления. Таким образом, всякое объяснение предполагает заранее, что реальность рациональна. Даже позитивизм в поисках дедуктивных построений, резюмирующих целые группы законов, должен был в скрытой форме постулировать рациональность сферы чувственной реальности. Еще резче этот тезис должна выдвигать проникнутая материалистическими — или, как говорит Мейерсон, реалистическими тенденциями наука.

Надо сказать, что термин „рациональность" у Мейерсона довольно многозначен. Чаще всего он понимает под ним познаваемость реальности. „Рациональное" в этих случаях является у него синонимом „по-

---

[1] Промежуточная позиция Мейерсона привела к тому, что позитивистская контркритика могла выдвинуть против его аргументов кое-какие соображения, действительно попадающие в его слабые места. Мы имеем в виду некоторые критические замечания написанной в духе бриджменовского операционализма книги Boas'a „A critical analysis of the philosophy of E. Meyerson" (Baltimore, 1930).

знаваемого". Иногда же он употребляет этот термин в несколько ином значении, именно, в смысле соответствия реальности канонам и установкам интеллекта.

„Нет ничего более очевидного, — говорит Мейерсон, — чем факт, что наш интеллект ни в коем случае не удовлетворяется простым описанием явлений, что он выходит за пределы описания и что знание, к которому он стремится, является не внешним знанием, предназначенным только для облегчения действий, но внутренним знанием, позволяющим проникать во внутреннюю природу вещей"[1]. Наука не может ограничиться ответом на один только вопрос „как?"; она ставит и вопрос „почему?". Ответ на последний вопрос в состоянии дать только фигуративные теории, и в процессе научного творчества мы не можем обойтись без них.

„Наш интеллект, — пишет Мейерсон, — обязательно строит фигуративные теории, так как мы не можем жить без какого-либо образа реальности... Но так как реальность отчасти иррациональна, то наперед верно и то, что ни один образ, который мы можем о ней составить, никогда не будет вполне адэкватным ей".[2] Иррациональность, т. е. неполная познаваемость реальности, лишь частичное соответствие ее канонам рассудка, предполагается, по мнению Мейерсона, уже тем, что реальность рассматривается наукой как нечто существующее вне и независимо от интеллекта.

Проблема объяснения встает перед наукой особенно остро тогда, когда поток явлений дает нам новообразования. То, что существует постоянно и неизменно, не составляет для нас проблемы. Наоборот, всякое новообразование сразу же приводит нас к постановке вопроса „почему?"—Изучая новообразование, мы стремимся выяснить, что его вызвало и считаем его объясненным, поскольку нам удается показать, что все необходимые элементы его существовали уже в том состоянии вещей, которое ему предшествовало. Отсюда можно заключить, что наиболее существенным моментом всякого объяснения является отождествление предшествующего с последующим. В какой мере явления отождествлены с тем, что им предшествовало, в такой они и объяснены. Само собой разумеется, что подобное отождествление может быть только частичным, неполным, относительным; поэтому и объяснение всегда бывает законченным лишь в большей или меньшей мере. Конечная тенденция объяснения заключается в исключении новообразований. Ее, по мнению Мейерсона, можно выразить в формуле: ничто не творится, ничто не исчезает, все сохраняется. Крайний радикализм этой формулы уже сам по себе свидетельствует, что она может быть осуществлена только в ограниченных пределах.

---

[1] La déduction relativiste, p. 30.

[2] De l'explication, I, p. 75.

С точки зрения этих общих соображений Мейерсон подходит к одному из важнейших понятий объясняющей науки, именно к понятию причинности.

Принцип закономерности предполагает только, что явления всегда совершаются по определенной рутине, по определенному трафарету и что в потоке явлений существуют некоторые постоянные связи и отношения. Принцип причинности идет дальше.

Обычно, причинность представляют как нечто вполне эквивалентное закономерности, и детерминизм определяют как утверждение всеобщего господства принципа причинности. Мейерсон считает подобные взгляды неправильными, утверждая, что причинность есть только одна из возможных форм проявления закономерности. Причинность представляет собой ту особую форму, в которой мы стремимся рационализировать для себя поток явлений и именно путем применения причинности мы получаем возможность осуществления конечной цели объяснения — исключение новообразований.

По мнению Мейерсона, принцип причинности является средством, при помощи которого мы пытаемся трактовать время по аналогии с пространством. Одним из наиболее специфических свойств пространства, отличающим его от времени, является свойство, выраженное ресселевской аксиомой „свободной подвижности“. Аксиома эта гласит, что тело может перемещаться в пространстве, не претерпевая при этом изменений в своих свойствах. По отношению к времени эта аксиома не применима; уэлсовская „Машина времени“ является чистым продуктом фантазии. Во времени тело перемещается только в одном направлении, и при этом перемещении оно неизбежно претерпевает изменения. Поэтому единообразие отношений, связывающих явления, требуемое принципом закономерности, находит себе полное осуществление лишь постольку, поскольку речь идет о пространстве; но для распространения его на время нужны дополнительные условия. Эти условия и даются принципом причинности.

„Вещи безразличны к перемещениям в пространстве, — говорит Мейерсон, — но не безразличны к перемещению во времени. Они изменяются во времени, но наш разум не останавливается на этом. Напротив, он стремится объяснить модификации, которые время обусловливает в вещах, т. е. в конце концов он предполагает, что в результате одного течения времени тоже не должно происходить никаких изменений. В основе этих поисков объяснений или причин лежит, таким образом, концепция, заключающаяся в приписывании объектам безразличия в отношении перемещения во времени, т. е. свойства, с этой точки зрения аналогичного свойству безразличности в отношении перемещения в пространстве. Точно так же очевидно, что с того момента, как мы ввели в наши вычисления время, в целях осуществления предвидения, мы должны в известной мере подчиниться той же тенденции. Мы

представляем время посредством символа, как некоторую величину. Величины характеризуются тем, что они могут расти или уменьшаться, хотя время и необратимо, хотя мы ему и можем приписать обратное движение только в воображении".[1]

Стремясь объяснить какой-либо процесс, мы применяем, согласно Мейерсону, принцип причинности, посредством которого нам удается отождествить последующее с предыдущим. Мы ищем предсуществования новообразования в старом, т. е. стремимся установить некоторое тождество между существованием объясняемого явления в последующий и предыдущий моменты времени. В этом отождествлении и заключается наиболее характерная функция главного орудия объяснения — принципа причинности.

„Закон, — пишет Мейерсон, — выражает лишь то, что когда условия изменяются определенным образом, то и актуальные свойства тела тоже должны испытывать определенное изменение; согласно же принципу причинности должно существовать равенство между причиной и действием, т. е. первоначальные свойства плюс изменение условий равняется имеющимся свойствам". Таким образом, существо принципа причинности сводится, согласно Мейерсону, к принципу тождества, применяемому для описания существования вещей во времени. „Когда мы говорим об объяснении явления, — поясняет свою мысль французский исследователь, — об изыскании его причин, мы стремимся либо познать его предсуществование во времени, — это и значит применить постулат причинности, либо узнать то эмпирическое правило, которое обусловливает его изменение во времени, — а это сводится лишь к применению постулата законности, к которому мы прибегаем временно в ожидании лучшего".[2] Конечная тенденция объяснения сводится таким образом к обезличению времени.

Ниже нам придется вернуться к проблеме времени, занимающей Мейерсона весьма живо. Сейчас же мы постараемся выяснить лишь то, как, по Мейерсону, связывается такое представление о причинности с онтологической природой науки.

Ясно, что интеллект не склонен рассматривать принцип тождества, образующий центральное ядро причинности, как чисто субъективный принцип. Он с самого начала распространяет этот принцип на реальность. Объяснение ведь направлено на объекты, существующие независимо от сознания. Очевидно, оно должно вскрыть реальное тождество этих объектов.

---

[1] La déduction relativiste, pp. 106—107.

[2] Тождество, стр. 35, 41. Заметим, что мысль о том, что наиболее существенную ткань причинности образует принцип тождества, Мейерсон также заимствовал у Бергсона. „Неорганические тела, — писал последний, —... с которыми мы сообразуем наши приемы мышления, следуют простому закону: «настоящее заключает в себе не больше того, что было в прошлом и в действии содержится то, что уже было в причине»". (L'évolution créatrice, p. 15).

Наука есть продолжение „здравого смысла". Когда, разбирая наш повседневный опыт, мы утверждаем, что существуют некоторые предметы, рисующиеся нам в зависимости от условий наблюдения каждый раз по разному, мы всегда постулируем тождественность, неизменность этих предметов, относя наблюдаемые модификации их либо к области субъекта, либо к специфическим условиям наблюдения. Совершенно аналогично поступает и наука. Она стремится найти во всякой цепи изменений некоторые тождественные первичные элементы, относя изменения к внешним условиям существования этих элементов. На этой именно основе и создаются „фигуративные", т. е. модельные научные теории.

Чтобы пояснить эту мысль, остановимся на нескольких примерах

Флогистика объясняла процесс окисления и восстановления ртути следующим образом. Ртуть представляет собой некоторый тождественный самому себе материальный субстрат (причем под ртутью флогисты подразумевали не металлическую ртуть, а ее окись, т. е. красную ртуть). Если прибавить к ней флогистон, т. е. летучее вещество огня, получится металлическая ртуть. Таким образом, металлическая ртуть эквивалентна флогистону плюс красная ртуть. И флогистон и ртуть в процессе реакции не меняется, меняется только их взаимное отношение. Весь процесс сводится лишь к тому, что ранее красная ртуть и флогистон существовали отдельно, а теперь — вместе. В металлической ртути реально существует красная ртуть, но она связана здесь с флогистоном. Поэтому свойства металлической ртути отличны от свойств красной.

Современное объяснение этого процесса окисления и восстановления существенно отличается от флогистонной теории; однако, методологические принципы их вполне тождественны. Красная ртуть есть окись, т. е. соединение атомов ртути с атомами кислорода. Сообщаем этому соединению некоторую энергию. В результате от ртути отделяется кислород, и мы получаем металлическую ртуть. Равенство:

$$HgO = Hg + O,$$

при помощи которого мы записываем эту реакцию, не является здесь простым façon de parler. Оно выражает истинную природу нашего объяснения. Мы хотим сказать им, что атомы ртути и кислорода предсуществовали в окиси. Сообщенная энергия только отделила их друг от друга, пересортировала по-иному. Смысл атомистической доктрины и заключается в том, что она открыла возможность применения схемы тождества к многообразию реальных объектов.

Даже теории, имевшие хождение в средние века, несмотря на их радикальное отличие от наших современных, были построены по аналогичной схеме. Схоластическая наука оперировала понятием качества и утверждала в соответствии с эмпирической видимостью, что качества

предметов спорадически то появляются, то исчезают. Как примирить этот эмпирический факт с признанием субстанциальности качественных форм, предполагающим их неизменность? Для этого аристотеликами вводилось понятие „потенции", возможности. Качественные формы могут существовать в объектах не „актуально", а „в возможности"; лишь реализация этой возможности делает свойство актуальным. Процесс изменения есть, таким образом, процесс перехода потенциального качества в актуальное.

Многие аристотелики не шли дальше чисто логического разделения между потенциальным и актуальным, мало заботясь о его объективном, реальном смысле. Но очень многие стремились уяснить, каким образом существуют в вещи ее потенциальные качества. Допущение, что потенциальное существование аналогично актуальному и отличается от него лишь количественным масштабом, и породило в конце концов преформизм, поднятый до степени универсальной философской доктрины Лейбницем.

Ясно, что с точки зрения тех приципов объяснения, которые прокламирует Мейерсон, динамическая схема Аристотеля, оперирующая чисто формальным различением потенции и акта, гораздо менее удовлетворительна, чем объяснения механические. Эта схема постулирует некоторое тождество — потенциальное качество тождественно с актуальным и отличается от него лишь модальностью. Но, взяв начало из трудностей причинного объяснения, понятия „потенциальный" и „актуальный" сами в значительной степени эти трудности воспроизводят.

„Необходимо, — пишет Мейерсон, — чтобы потенциальное отличалось от актуального, необходимо также, чтобы несмотря на это отличие оно могло дать последнему начало, что возможно только в том случае, если оно тождественно с ним, если оно может быть совмещено с ним. Необходимо, следовательно, чтобы мысль полагала одновременно эти состояния как подобные и как различные и чтобы она примиряла или, по крайней мере, делала вид, что примиряет, решает это противоречие".[1]

Но, сколько бы ни казались нам искусственными все ухищрения схоластических теоретиков, основная тенденция их эпистемологии' — положить в основу объяснения изменений нечто неизменное и тождественное — остается совершенно ясной.

* * *

Мы постарались с максимальной полнотой изложить взгляды Мейерсона на причинность и на ту функцию, которую она выполняет в процессе объяснения. Попробуем критически разобраться в этих взглядах.

Мейерсон оперировал весьма значительным историческим материалом. Нельзя думать, что в ходе его мыслей нет ничего действительно

[1] De l'explication, I, 336.

отвечающего реальным чертам научных теорий, предлагавшихся в процессе исторического развития знания. Ряд фактов констатируется им совершенно правильно. Однако, далеко не всегда можно согласиться с его освещением этих фактов.

Прежде всего, совершенно правильно, что объяснение должно выводить теоретика за пределы непосредственно воспринимаемого. Совершенно правильно также и то, что обращение к реальности, существующей независимо от сознания, происходит в научном мышлении через посредство „фигуративной“ теории. „Фигуративность“ заключается именно в том, что теория стремится построить модель той реальности, которая лежит в основе ощущений. Однако утверждать, как это делает Мейерсон, что наиболее существенной функцией объяснения является функция тождества и что содержание причинности сводится только к отождествлению, это значит констатировать только одну сторону явлений.

Мейерсон захотел создать целую теорию интеллекта, основываясь на том факте, что физическое законы выражаются, большей частью, в форме равенства. При этом исходная его предпосылка — логические инварианты науки суть порождения интеллекта, а не реальности — сослужила ему в процессе создания этой теории очень плохую службу. Мы не хотим сказать этим, что все отмеченные Мейерсоном тенденции — чистый продукт его фантазии. Нет, ряд моментов, характеризующих определенные направления научной мысли, прослежен им довольно верно. Однако общий вывод, к которому он пришел, нуждается в существенном пересмотре.

Откуда берет начало то действительно существенное обстоятельство, что формой выражения естественно-научного закона является равенство? Очевидно, что ответ на этот вопрос может быть дан на основе анализа тех функций, которые должен выполнять закон в процессе научного познания. По самому смыслу своему, закон, говоря в стиле Гегеля, „есть рефлексия явления в тождество с собою“, т. е. выражение того, что остается в явлениях тождественным. Резюмируя это тождественное, т. е. фиксируя рутину потока явлений, он и открывает нам возможность для действия. Позитивизм, однако, отвлекается от объективной реальности, подходя к задаче формулировки законов. Он аытается ограничить сферу компентенции закона одним только миром феноменальным, одним только миром восприятия. Между тем, отношения, фиксируемые законом, относятся отнюдь не к одной только сфере мира непосредственно чувственного опыта. В них выражаются и связи элементов реальности, независимой от сознания.

Но если закон выискивает тождественное, неизменное в потоке явлений, то естественной формой его выражения является форма тождества. Когда мы связали каким-либо закономерным отношением различные опытные факты, это значит, что мы нашли те постоянные, тожде-

ственные отношения, которые характеризуют связь различных их элементов. Самый простой пример легко пояснит это.

Согласно закону Кулона две наэлектризованных частицы отталкивают или притягивают друг друга с силой

$$F = \frac{e_1 \cdot e_2}{r^2_{1,2}},$$

где e_1 и e_2 представляют собой заряды частиц, а $r_{1,2}$ — расстояние между ними.

Эта формула выражает некоторое постоянное тождественное отношение, характеризующее электростатическое взаимодействие. Пользуясь ею и зная значение трех входящих в нее элементов, мы всегда можем определить четвертый, сколь бы ни варьировали частные условия задачи, т. е. расстояния между частицами и размеры зарядов. Таким образом, из многообразия всевозможных частных случаев электростатического взаимодействия наш закон взял лишь тождественное, выразив последнее в форме постоянного соотношения, связующего характерные для каждого специфического случая этого взаимодействия параметры. Всякая иная форма выражения этих тождественных отношений, отличная от равенства, была бы связана с меньшей определенностью и была бы поэтому менее эффективна при своем применении. Мы могли бы выразить этот закон, скажем, в форме следующего неравенства:

$$F > \frac{e_1}{r^2_{1,2}},$$

Но тогда формула потеряла бы значительную часть своей ценности, ибо в нее вкралась неопределенность. „Пондеромоторная сила больше заряда, деленного на квадрат расстояния от этого заряда до второго", но мера этого „больше" осталась бы при такой формулировке совершенно не установленной.

Итак, закон выражает неизменное в изменяющемся, тождественное в текучем. Поэтому Гегель и говорил, что „царство законов есть покоящийся образ осуществляющегося или являющегося мира".[1] Как известно, Ленин, читая это определение Гегеля, сделал следующее замечание: „Это замечательно материалистическое, замечательно меткое (словом, «спокойное») определение. Закон берет спокойное — и потому закон, всякий закон, узок, неполон, приблизителен".[2] Совершенно естественно, следовательно, что „живое беспокойство жизни" отнюдь не всегда может быть уложено в схему, которая вытекает из функции закона.

Но значит ли это, что всякий закон выражает собою только некоторое искусственное мнемоническое правило, созданное интеллектом,

---

[1] Wissenschaft der Logik. Werke, herausgegeben v. Glockner, Bd. IV, 628.

[2] Философские тетради, 148.

правило, не имеющее своих объективных коррелятов? Даже с точки зрения Мейерсона утвердительный ответ на этот вопрос будет неверным. Прагматическая ценность закона всегда определяется его истинностью. Хотя Мейерсон и уклоняется от постановки вопроса о мере истинности разбираемых им теорий, однако логика должна привести именно к такому ответу.

Наука обладает онтологическими установками. Субъективно идеалистическая программа позитивизма внутренне противоречива и радикально расходится с реальными установками научного мышления. Неизменность отношений, фигурирующих в опыте, наука сводит к их объективной причине. Поэтому, объяснение выводит нас за пределы актуально воспринимаемого.

Существенным свойством объективной реальности является непрерывность существования во времени. В то время как комплексы ощущений, получаемых нами от реальности в процессе восприятия, могут появляться и исчезать, в то время как, повернувшись спиной к объекту, я могу уничтожить его существование в моем актуальном чувственном опыте, весь вековой опыт технической и практической деятельности человека убеждает его в том, что с независимой от его сознания реальностью он так легко разделаться не может. Далее, опыт этот убеждает, что всякая форма реальности возникает из каких-то предсуществовавших форм и исчезает, давая место другим. Абсолютное возникновение, возникновение „из ничего", равно как и абсолютное исчезновение, растворение „в ничто", представляют собою лишь фантазмы, выросшие на основе религиозного миросозерцания, в свою очередь явившегося выражением иррациональности социальных условий, в которых жил человек. Уже древние мыслители, положившие начало секуляризированной от жречества науки, формулировали это совершенно ясно. Мейерсон не видит объективных опытных основ этой точки зрения. Для него она является простым выражением стихийных установок человеческого интеллекта.

Обращаясь к построению модельной теории, наука, естественно, должна считаться с этим свойством реальности. Модельная теория, выражаясь словами Конта, касается „mode de production", т. е. способа возникновения явлений. Но всякое возникновение не абсолютно. Поэтому модельная теория стремится показать, какие элементы послужили материалом для возникновения отражаемого ею явления, или, как говорит Мейерсон, как предсуществовало явление в прошлом.

Правда, метафизически настроенные умы — метафизически уже не в позитивистском, а в диалектико-материалистическом смысле этого слова — приходят на этом пути действительно к уничтожению новообразований. Свойство реальности непрерывно существовать они превращают в ее абсолютное тождество. Но уже Гегель сказал, что если бы мышление состояло только в применении абстрактного тождества,

то „оно должно было бы быть признано самым низменным, самым скучным делом“.[1]

Мы видим, следовательно, что Мейерсон мог набрать из истории науки множество материала, могущего послужить ему чем-то вроде фактической базы для его построений. Мы видим также, что некоторые тенденции мышления, создающего теории, отмечены им более или менее правильно. Однако, эти правильные элементы получают в системе его воззрений слишком гипертрофированное значение; одностороннее толкование этих элементов приводит в результате к тому, что вся предложенная Мейерсоном теория оказывается построенной на ложном основании.

Особенно выпукло односторонность мысли Мейерсона проявляется в его трактовке причинности. Тенденцию науки к причинному объяснению он хочет представить, как чистую тенденцию к вскрытию тождества. Конечно, в понятиях причины и следствия имеются известные тождественные элементы. В этом отношении причинность совершенно подобна всем остальным рефлексивным категориям. Уже Гегель показал, что рефлексивные категории представляют собой в значительной мере различные формы выражения одного и того же содержания. Но он показал также, что, помимо тождества, рефлексивные категории включают в себя элементы не только различия, но и противоположности. „Учение о сущности“ Гегеля представляет с этой точки зрения глубокую критику принципов метафизического мышления, глашатаем и бытописателем которого хочет быть Мейерсон. Не случайна ведь ориентация Мейерсона на „здравый смысл“. Хотя для „здравого смысла“ действительно характерен материализм, но материализм этот — типично метафизический. Именно поэтому, критикуя метафизическую логику, Энгельс назвал ее „логикой здравого смысла“.[2] Ориентируясь на „здравый смысл“, Мейерсон берет в основу своих построений как раз его метафизические черты. Он универсализирует их, оправдывает и превращает их в имманентную структуру интеллекта.

Даже историю всех принципов сохранения (сохранение скорости, т. е. инерция, сохранение материи, энергии, электричества и т. д.) Мейерсон хочет представить как конкретизацию принципа тождества, образующего, по его мнению, основу всякого причинного естественно-научного объяснения.

Кто-то из крупных французских теоретиков конца XIX и начала XX столетия остроумно заметил, что принципы сохранения и, в частности, принцип сохранения энергии носят на первый взгляд несколько тавтологический характер. Если мы спросим, сказал он, о событиях жизни какого-нибудь человека, и нам ответят, что он всю жизнь назывался Иваном, этот ответ приведет нас в недоумение. Однако, если мы

---

[1] Соч., т. I, стр. 198.

[2] Анти-Дюринг, стр. 16, изд. 1928 г.

спросим физика о процессах, совершающихся в какой-либо замкнутой системе, и физик скажет, что при всех своих превращениях эта система сохраняла свою энергию,—ответ этот даст нам некоторое удовлетворение. Это остроумное замечание можно поставить как бы эпиграфом к мейерсоновскому анализу принципов сохранения.

Для Мейерсона принципы сохранения являются лишь частной формой модификации принципа тождества в различных областях деятельности разума. В них, по мнению Мейерсона, постулат, лежащий в основе объяснений, находит себе наиболее яркое выражение.

„Постулат тождественности вещей во времени, — говорит Мейерсон, — играет крупную роль в науке. На нем строятся атомистические теории, и он же заставляет нас желать, чтобы определенные понятия, которые могут рассматриваться как сущности, сохранялись в потоке вечно меняющихся явлений. Эта причинная тенденция образует почву для принципов сохранения, внушает мысль об этих принципах; а когда эти принципы выражены, она сообщает им авторитетность, которая их приближает к таким истинам, отрицание которых немыслимо; благодаря ей эти истины приобретают характер универсальности и метафизической необходимости“. [1]

История принципов сохранения (точнее — те факты этой истории, на которые обращает внимание Мейерсон) являет собою, по мнению французского исследователя, полное доказательство верности этого положения. Мейерсон указывает, например, на то, что принципы сохранения принимались легко и оспаривались мало. При этом он подчеркивает, что зачастую научная мысль придерживалась и таких принципов сохранения, которые впоследствии оказывались совершенно неверными. Тем же из них, которые оправдали себя на опыте и получили прочное признание, многие мыслители пытались давать априористическое обоснование, утверждая, что они абсолютно необходимы, аподиктически достоверны и не только лежат в основе всего здания науки, но даже могут быть формулированы до самой науки. В этом отношении характерны попытки Канта, Спенсера, Шопенгауэра и др.

Мы не станем излагать истории принципов сохранения в трактовке Мейерсона, хотя французский исследователь и приводит довольно много интересного (впрочем, не всегда доброкачественного) материала, относящегося к этой истории. Ряд тенденций он прослеживает правильно. Однако основная мысль его не представляется нам верной.

Мейерсон акцентирует то, что принципы сохранения являются именно принципами с о х р а н е н и я, т. е., что все они утверждают наличие чего-то тождественного в потоке явлений. Однако описание биографии Ивана, состоящее из утверждения, что Иван всегда был Иваном, было бы весьма небогато содержанием. Очевидно, огромное

[1] Тождество, стр. 225.

значение принципов сохранения для науки заключается не только и не столько в том, что они прокламируют тождество, но в том, что они позволяют понять связь различных явлений действительности. Значение атомистики и связанного с ее признанием закона сохранения материи заключается, например, не столько в том, что атомистика ввела в трактовку изменения вещества постулат о существовании некоторых неизменных тождественных элементов, сколько в том, что она открыла возможность дать картину перехода одних форм вещества в другие. Именно поэтому Энгельс считал отцом современной химии не Лавуазье, а Дальтона.[1] Что же касается закона сохранения энергии, то здесь качественный элемент выражен еще сильнее. Энгельс заметил по поводу этого закона: „Если еще десять лет назад[2] вновь открытый великий основной закон движения понимали как простой закон сохранения энергии, как простое выражение неразрушимости и несозидаемости движения, следовательно, просто с его (закона) количественной стороны, то в настоящее время это узкое отрицательное определение все больше и больше вытесняется положительным — именно учением о превращении энергии, и в этом определении ясно выражено качественное содержание процесса".[3] И нам представляется, что именно эта сторона закона сохранения энергии является наиболее существенной.

Эволюцию законов сохранения следует, разумеется, ставить в связь с тем основным признаком реальности, предполагаемым наукой, о котором мы говорили выше. Будучи вынуждена данными опыта признать непрерывность существования материи, будучи вынуждена трактовать всякое возникновение и уничтожение как нечто относительное, научная мысль естественно пыталась найти какое-то формальное выражение для этого принципа непрерывности существования реальности во времени. Отсюда и берут начало поиски законов сохранения. Разумеется, все эти законы являются лишь относительными, лишь частичным выражением общего принципа. Мейерсон склонен рассматривать поиски законов сохранения как имманентную установку интеллекта. Между тем вти поиски вынуждаются отнюдь не „естественным предрасположением" интеллекта, но логически вытекают из осмысливания опытного материала, через который реальность направляет работу мышления. Таким образом и здесь лейбницианско-кантианские установки Мейерсона оказывают ему плохую услугу и заставляют его трактовать весь процесс в совершенно неверном аспекте.

---

[1] Диалектика природы, изд. 1929 г., стр. 145—146.

[2] Энгельс писал в 1885 г.

[3] Там же, стр. 271. Ср. также след. место: „Количественное постоянство движения было высказано уже Декартом и почти в тех же выражениях, что и теперь... Зато превращение формы движения открыто только в 1842 г. (год опубликования работы Р. Майера. *С. В.*), и это, а не закон количественного постоянства, есть как раз новое" (стр. 59).

При всех этих недостатках, при всей метафизичности своих общих тенденций, Мейерсону все же удалось довольно тонко проследить некоторые струи научного мышления. Было бы чрезвычайно интересно, например, разобрать в свете мейерсоновской критики аристотелевских категорий возможности и актуальности эволюцию понятий о потенциальной энергии в физике. Ведь в истории физики (мы имеем в виду главным образом механику), уже начиная с Декарта, существовало сильное течение, которое считало понятие о потенциальной энергии неудовлетворительным и стремилось представить энергию положения в виде кинетической энергии каких-то скрытых масс. Отсюда именно и берут свое начало все механические теории эфира. В этом отношении особенно любопытна та принципиальная теоретическая программа, которую предложил в свое время Герц. Эта программа насквозь проникнута стремлением вскрыть в потенциальном нечто актуальное и за потенциальной энергией — кинетическую. Мейерсон мог бы извлечь из истории этого направления теоретической мысли немало аргументов в пользу своих взглядов. Однако и тут он не смог бы универсализировать полученные данные. Тенденции кинетистов [1] являются все же выражением частных, хотя и довольно влиятельных взглядов, характерных для определенного этапа развития механистического естествознания. Во всяком случае, современная физическая теория пользуется понятием потенциальной энергии безо всяких затруднений. Развитие формальной теории поля показывает, в частности, что современный физик не склонен видеть в понятии потенциальной энергии никаких проблем, хотя философская критика и показывает, что понятие это не может быть отнесено к разряду первоначальных и неподлежащих дальнейшему анализу.

На этом мы закончим свои краткие критические замечания и вернемся к дальнейшему изложению взглядов Мейерсона.

* * *

Если наиболее существенное содержание процесса научного объяснения должно сводиться к обнаружению тождества, то как конечный идеал рациональной науки, так и средства для его достижения должны рисоваться в весьма своеобразном свете.

Мы уже знаем, что одной из характерных тенденций науки является тенденция обращаться с временем по аналогии с пространством, т. е. тенденция к „выключению“ времени, „спациализации“ его. Напротив, обратной тенденции, тенденции „темпорализации“ пространства не существует. Пространство не только не „выключается“ из физической тео-

[1] Этот термин вполне может быть применен для характеристики названного направления, так как основным признаком его являлась систематическая тенденция изгнать из первоначальных понятий механики понятие силы. Небольшой, но содержательный очерк истории этого направления см. в статье Райнова „К истории построения механики без силы“. Сорена, т. 3, 1933 г.

рии, но, напротив, большинство физических теорий пытается редуцировать законы природы к соотношениям пространства. Мейерсон посвящает большое количество страниц своих произведений анализу натурфилософской системы, которая выразила эту тенденцию в наиболее ярком виде, именно — системы Декарта, — и приходит к выводу, что воззрения этого философа гораздо более близки к представлениям наших дней, нежели к науке XVII века. Мало этого: он стремится показать, что, в конце концов, только теория Эйнштейна довела картезианские идеи до их логического конца, и единая теория поля должна осуществить идеал, носившийся перед умственным взором Декарта.

Все это дает Мейерсону возможность формулировать следующее общее положение: „Объекты внешнего мира, образуя совокупность наших ощущений, подчинены только двум родам совершенно всеобщих условий, именно — условиям пространства и условиям времени. Причинный постулат состоит в отрицании, элиминировании влияния времени. Остается только пространство. Таким образом, изменяться может только пространственное расположение, и наиболее совершенное объяснение состоит в том, чтобы показать, что существовавшее раньше осталось и позже, что ничто не создалось и не исчезло, что при течении явления не произошло никакого изменения, за исключением того, которое относится к пространственному положению. Таким образом, наиболее совершенное объяснение изменения состоит только в сведении его к некоторой пространственной функции“.[1]

Из этого отрывка совершенно явственно следует, что Мейерсон считает естественной для науки и для создающего ее интеллекта только механистическую установку. Перемещение неизменных элементов в пространстве — вот к чему должна сводиться всякая модель физического явления. Но „редукция к пространству“ на этом не останавливается. Она смыкается с другой, тоже механистической, тенденцией сведением многокачественности явлений природы к некоторой однородной основе. Иными словами, первичные элементы реальности, которыми стремится оперировать наука с точки зрения идентифицирующей каузальности, должны быть не только неизменными, но и однородными.

Многокачественность, раскрывающаяся чувственному восприятию, кажется интеллекту не менее иррациональной, чем наличие новообразований. Интеллект стремится подвести под пестрый ковер качеств тождественную единообразную основу. История химии,—науки, которая с самого начала должна исходить из качественных различий элементов, — дает Мейерсону чрезвычайно много материала, свидетельствующего о наличии такой тенденции. Несмотря на свои исходные пункты — признание многообразия элементов — химия никогда не прекращала поисков единой Urmaterie, порождающей из себя все химически различ-

[1] De l'explication, I, 151.

ные формы вещества. Мейерсон не ограничивается ссылкой на Проута, или построенную на атомной модели Бора квантовую химию, но показывает, что даже средневековая наука не была чужда подобных тенденций. Иными словами, схема тождества лежит, по мнению Мейерсона, не только в основе объяснения новообразований, но и в основе объяснения разнообразия явлений в пространстве.[1]

Обе прослеженные тенденции должны, как думает Мейерсон, заставить нас по-новому подойти к умозрениям Парменида о бытии. Парменид хотел растворить всю природу в каком-то безличном и безразличном пространственном субстрате. Такое разложение действительности, сведение ее к тождественному неизменному субстрату, чистому пространству, представляет собою конечную цель, к которой бессознательно стремится интеллект в процессе создания науки. Разумеется, эта тенденция никогда не реализуется в сколько-нибудь законченной форме, потому что реальная действительность противится тому насилию над ней, которое хочет учинить интеллект; но отказ от ранее созданных интеллектом теорий действительности не означает отказа от основной тенденции, находящей себе выражение в новых и новых его построениях. В результате, между интеллектом и действительностью все время сохраняется некоторый конфликт, некоторое противоречие. Схемы Декарта и Парменида довлеют над сознанием ученого, но действительность не хочет укладываться в их жесткие рамки. Как метко выразился Де-Бройль, в своих произведениях Мейерсон хочет показать, что „ум человеческий абсурден по цели, которую он преследует, но велик по результатам, которые он находит на пути к этой цели".[2]

Мейерсон приводит несколько интересных исторических примеров, иллюстрирующих его мысль. Пожалуй наиболее ярким из этих примеров является форма космологических спекуляций Больцманна, статистически пытавшегося истолковать второй принцип термодинамики. Вселенная с точки зрения Больцманна представляет собой некоторую бесконечную равновесную систему, состоящую из элементарных единиц. Отдельные миры являются в этой системе только случайными отступлениями от равновесного состояния, простыми флюктуациями. Поэтому для вселенной в целом направления времени совершенно безразличны, т. е. в применении ко вселенной время столь же изотропно, как и пространство. Это и дает возможность Больцманну заменить при помощи предложенного им метода усреднение во времени усреднением в пространстве.

---

[1] По существу эти две формы объяснения вытекают из единого источника. Разнообразие явлений в пространстве может быть связано с преемственностью их во времени. Ведь периодическая система элементов сразу же вызвала теоретические спекуляции об истории элементов, ибо закон, связующий свойства элементов (представляя последние как функцию атомного веса), некоторые теоретики правильно начали трактовать сразу же как некоторый закон исторического образования элементов.

[2] Предисловие к „Le réel et le déterminisme dans la physique quantique".

В результате из его космологии получилось нечто весьма близкое к элейской концепции бытия.

Совершенно аналогично обстоит дело и с теорией относительности. Вводя геометрическую схему четырехмерного континуума Пуанкарэ—Минковского, теория относительности почти полностью обезличивает время, превращая его в простую четвертую координату некоторого пространства. Время „выключается" — всякий процесс во времени превращается в чисто статическое геометрическое образование — „мировую линию". В итоге и электромагнитное поле и поле тяготения превращаются в простые геометрические свойства пространства. „В способах, какими теория относительности трактует время и тяготение, — пишет Мейерсон, — существует реальная аналогия. В обоих случаях понятия, ие имеющие для здравого смысла и для доэйнштейновой физики ничего собственно геометрического, формулированы в терминах геометрии, так как сведены к геометрии; их пытаются спациализировать, т. е. схватить, понять и объяснить при помощи пространственных понятий". [1]

Конечный вывод Мейерсона таков: лучше всего схеме тождества, лежащей в основе рационального объяснения, отвечают пространственно-геометрические построения; поэтому научное мышление и стремится рассматривать мир как своеобразную геометрию. „Цель, к которой стремятся объяснения и теории, состоит в том, чтобы заместить этот бесконечно разнообразный мир, нас окружающий, чем-то тождественным в пространстве и времени, что не может, очевидно, быть не чем иным, как самим пространством". [2]

Конечно, может возникнуть вопрос, почему наука стремится свести реальность именно к пространству и почему она оказывается неудовлетворенной той символической алгеброй, которую предлагали Дюгем и позитивисты. Мейерсон отвечает на это так. Редукция к алгебре не будет означать осуществления схемы тождества в такой мере, как редук-

---

[1] La déduction relativiste, p. 110. В своей последней большой работе „Du cheminement de la pensée" Мейерсон показывает, что и попытка рационально построить логику, т. е. рационально объяснить до конца самый процесс мышления, в итоге тоже приводит к аналогичной схеме тождества. Мейерсон даже несколько иронизирует над логистикой. Он указывает, например, что в большой работе Уайтхеда и Ресселя, посвященной анализу принципов математики, существование количественных чисел доказывается на основе существования порядковых чисел настолько своеобразно, что доказательство это занимает 400 страниц текста, написанного на „пеанийском" языке, т. е. при помощи специальной логической символики, пасиграфии. И Мейерсон справедливо замечает, что в данном случае реальный прогресс мысли пал жертвой ее формальной безукоризненности, существо которой сводится к тавтологической схеме тождества. „Рассматривая работу логистов, — пишет он, — мы должны признать, что априоризм дошел здесь до своих последних пределов. Это же позволяет нам утверждать, что в конечном счете прогресс мысли принесен здесь в жертву ее точности до такой степени, что только с трудом это нельзя признать перед трибуналом разума за совершенную тавтологию" (Du cheminement, I, XXIII).

[2] De l'explication, I. 180.

ция к геометрии. Алгебраические величины могут рассматриваться как выражение интенсивных величин, т. е. как количественное выражение степени каких-то качеств. Поэтому схема тождества не будет здесь осуществлена в полной мере, так как качественная пестрота сохранится здесь в форме чего-то первичного. Стремясь при помощи понятий вскрыть единство в качественном многообразии действительности, мысль поэтому естественно обращается к пространству, которое само включает в себя качественные элементы. Ведь современная топология достаточно ясно показала, что пространство может быть объектом чисто качественного изучения. Все это делает пространство и пространственные представления гораздо более пригодными для описания качественного многообразия действительности в соответствии с требованиями принципа тождества, чем алгебраические.

Изложенные нами соображения Мейерсона относительно „спациализации“ времени и редукции многообразия действительности к пространству, как конечному идеалу познания, имеют под собой довольно солидную фактическую почву. Мейерсон выбрал из истории науки действительно интересный материал, могущий подтвердить его схему. Однако, выбор его был достаточно односторонен; поэтому и общие выводы, которые он сделал, представляются нам отнюдь не такими, которые следует принять.

С временем в современной теоретической физике дело действительно обстоит не совсем благополучно. Часть упреков, которые делает ей Мейерсон, вполне справедливы. Классическая механика, например, обращается с временем совершенно по-варварски. Время в классической механике обладает свойством изотропии. Это находит себе выражение в том, что уравнения механики сохраняют свой смысл и тогда, когда мы изменим в них знак времени. Об этой особенности уравнений классической механики не нужно много говорить. О ней достаточно только напомнить, ибо она общеизвестна. Несколько лучше на первый взгляд дело обстоит в классической электродинамике. В электродинамике фигурирует понятие запаздывающего потенциала, для которого знак времени как будто не является безразличным. Однако, уравнения электродинамики все же не теряют своего смысла, если переменить в них знак времени. Вместо запаздывающих мы получим тогда опережающие потенциалы—и только. Таким образом, и уравнения электродинамики вполне симметричны по отношению к знаку времени. По поводу же обобщения электродинамики специальной теорией относительности, а также по поводу релятивистской теории тяготения мы уже имели случай говорить выше. Изотропность времени проявляется в этих теориях совершенно ясно. Остается квантовая механика. В ней дело обстоит не лучше, чем в электродинамике. Особенно ясно это обнаруживается при анализе тех трудностей, в которые впадает квантовая механика, пытаясь разрешить проблему релятивистской инвариантности.

Сейчас усилия многих теоретиков сосредоточены на устранении этих трудностей. Физики стремятся установить такую пространственно-временную топологию, которая давала бы возможность формулировать уравнения, не симметричные по отношению к знаку времени. Однако, до сих пор эти попытки не привели к удовлетворительным результатам.

Необратимость мирового процесса эмпирически гораздо более обоснована, чем, например, закон сохранения энергии. Однако она отражена в концепциях науки, существующих сейчас, очень слабо. Единственное исключение составляет второй принцип термодинамики. О нем, однако, речь пойдет ниже.

Надо сказать, впрочем, что заслуги Мейерсона в критике понятия времени не особенно велики. По существу, он подвел только фактический исторический базис под те положения, которые были выдвинуты впервые Бергсоном.[1] Это, однако, не меняет дела. Критика понятия времени достаточно актуальна сейчас, и ряд соображений, развитых Мейерсоном, несомненно заслуживает внимания. Это, разумеется, отнюдь не означает, что следует соглашаться с Мейерсоном по всей линии и принимать его воззрения. В частности, с ним совершенно нельзя согласиться в вопросе о конечном идеале рациональной науки.

То, что рисует нам Мейерсон в качестве конечного результата, к которому стремится знание, было извлечено им главным образом из анализа теорий, созданных последователями механистической методологии. Именно последняя послужила для него материалом, на основе которого он построил свои выводы. Нет нужды, конечно, говорить о том, что механистическая методология была чрезвычайно распространена в есте-

---

[1] „Повторение возможно только в абстракции, — пишет Бергсон, — то, что повторяется, представляет одну из сторон действительности, выделенную нашими чувствами и, главным образом, разумом, именно потому, что действия, к которым направлены все усилия нашего разума, могут иметь дело только с повторениями. Концентрируясь таким образом на повторяющемся, занимаясь только соединением одинаковых причин и следствий, наше сознание отворачивается от созерцания времени; оно враждебно всему текучему и стремится сделать твердым все то, к чему оно прикасается. Мы не мыслим реального времени, но мы его переживаем" (L'évolution créatrice, русск. пер., 45). Именно эти мысли дали Эддингтону повод поиронизировать над Бергсоном. „Было бы интересно прослушать дискуссию, — заявил он, — между директором королевской обсерватории, с одной стороны, и хотя бы профессором Бергсоном, с другой, по вопросу о природе времени. Авторитет проф. Бергсона по этому вопросу хорошо известен. С другой стороны, и директор королевской обсерватории, на обязанности которого лежит определение времени для нужд нашей повседневной жизни, тоже, вероятно, имеет представление о том, что ему приходится измерять... По всей вероятности, в споре выявились бы резкие разногласия, причем словесная победа осталась бы, пожалуй, за философом. Логически доказав, что представления директора королевской обсерватории не выдерживают критики, проф. Бергсон, наверное, вынул бы часы и поспешил на поезд, отходящий согласно времени, измеренному королевской обсерваторией" (The nature of the physical world, p. 36).

ствознании XVIII и XIX столетий. Однако, объявлять ее на этом основании единственной, органически вытекающей из природы интеллекта концепцией науки, еще нет никаких оснований. Между тем Мейерсон делает именно эту ошибку. Это и приводит его к парадоксальному положению, что идеал науки абсурден, хотя частные достижения великолепны. Нам кажется, однако, что и в этом случае пресловутая формула: „конечная цель, — ничто, а движение — все" отнюдь не является верной.

* * *

Мы уже сказали, что конечный идеал науки, как его изображает Мейерсон, осуществляется только как некоторая тенденция, ибо реальность, противостоящая интеллекту, предъявляет свои права. Интеллект, хочет он этого или нет, должен считаться с реальностью и видоизменять те схемы, согласно которым совершается его нормальная деятельность. В этом, по Мейерсону, как раз и заключается основное внутреннее противоречие науки, служащее постоянным источником, стимулирующим ее развитие. Исходя из той предпосылки, что природа реальности рациональна, и не будучи в состоянии от этой предпосылки отказаться, человеческая мысль на каждом шагу наталкивается на то, что реальность все же не укладывается в рациональные схемы, изготовленные для нее интеллектом.

Мейерсон считает постулат науки о познаваемости природы, или — выражаясь его собственными словами, — о „рациональности" ее, проявлением „акосмической", т. е. идеалистической тенденции интеллекта. Если природа насквозь рациональна, то она — не что иное, как разум. Так аргументировал в свое время в защиту объективного идеализма Гегель. Мейерсон, повидимому, принимает эту аргументацию. Согласно его представлениям, всякая попытка рационального познания явлений сводится в конце концов к их отрицанию.

Всякое рациональное объяснение явлений действительности исходит из схемы тождества. Это значит, что осуществление объяснения уничтожит явления, как явления sui generis. Однако, действительность не удовлетворяет основному постулату рациональности — тождеству. В ней имеются „иррациональные" элементы, не укладывающиеся в каноны интеллекта. Интеллект поэтому должен постоянно отказываться от разрабатываемых им теорий.

Существование иррационального предполагается уже тем, что наука имеет дело с реальностью, независимой от сознания. В этой реальности всегда имеются элементы либо исторически еще не охваченные нашим познанием, либо принципиально для него недоступные (Мейерсон допускает возможность последних). Поэтому во всякой картине мира, нарисованной интеллектом, всегда должны иметься пробелы, бреши и „иррациональные" черты. Внутреннее противоречие научного мышления, вы-

текающее из того, что природа идет своими собственными путями а разум навязывает ей свои, проявляется всегда, как некоторый конфликт между стремлением к рациональному осмысливанию опытных данных и необходимостью включить в рациональную теорию все специфические характеристики явлений. Между разумом и опытом, следовательно, всегда должна существовать некоторая дисгармония.

„Основываясь на том факте, — пишет Мейерсон, — что он должен обращаться к опыту, человек провозглашает свою неспособность проникнуть в вещи одним усилием разума, т. е. утверждает, что пути природы отличны от путей мышления. Но так как, с другой стороны, опыт может быть полезен ему только тогда, когда он рассуждает, то человек в то же самое время предполагает, что, хотя бы в пределах этих рассуждений, между разумом и природой имеется согласие. Иными словами, это противоречие есть результат того, что существует природа, внешний мир, который мы воспринимаем, ... отличный от моего я“. [1]

Мейерсон пытается разрешить это противоречие таким образом. Интеллект, скованный своими схемами и стремящийся навязать природе привычные для него принципы, естественно, ищет в природе в первую очередь то, что отвечает его канонам. Поэтому то обстоятельство, что принципы сохранения, причинность и т. д. вырастают из стремления интеллекта найти тождественное в схеме явлений, отнюдь не означает, что все принципы сохранения представляют собою чисто субъективную конструкцию. Интеллект фиксировал их раньше всего лишь потому, что он ищет в природе в первую голову только то, что отвечает его собственным установкам. Человек никогда не преодолеет своего собственного антропоморфизма.

Бросив эту более или менее материалистическую мысль, Мейерсон, однако, не развивает ее. Наоборот, она затопляется сразу же другой, берущей начало из лейбницианских установок французского исследователя. В сочетании рациональной теории и опытных фактов „есть только одно противоречие, являющееся результатом того, что существуют, с одной стороны, наш разум, а с другой — воспринимаемый мир, к которому применяется активность разума. Наш разум, очевидно, нуждается в воспринимаемом мире, чтобы осуществлять эту активность. Но из этого простого положения ни в коем случае не следует, что соответственно известной средневековой поговорке nihil est in intellectu quod prius non fuerit in sensu, так как к этому изречению следует прибавить лейбницеву поправку nisi intellectus ipse. Тем самым не будет противоречивым и желание вскрыть этот intellectus ipse и результаты его активности, анализируя продукты нашего разума, работу, которую он осуществляет над материалом ощущений“. [2]

---

[1] De l'explication, II, 349.

[2] Там же, 150

Научное познание направлено на реальность, интеллект стремится овладеть этой реальностью. Но здесь-то и возникает коллизия. Хотя реальность, осмысливаемая интеллектом, и предполагается независимой от него, все же, когда интеллект построил достаточно удовлетворительную рациональную схему ее, он начинает склоняться к тому, чтобы рассматривать эту схему, как характеризующую только его самого, а не природу. Слишком большая рациональность такой схемы побуждает к этому; реальность должна включать в себя иррациональные черты.

Этим Мейерсон хочет объяснить возможность появления различных идеалистических интерпретаций научных и, в частности, физических теорий. „Необходимо, — утверждает он, — чтобы в материи имелось нечто, не имеющее происхождения от нашего разума, сопротивляющееся постоянно его проникновению, остающееся туманным для него; без этого физическая реальность растворится в небытии. Без сомнения, этот последний, неуловимый элемент не привлекает нашего внимания: мы ищем не его. Разум ищет в реальности подобное себе, стремится представить ее как нечто целиком соответствующее ее канонам... Но если, с одной стороны, по мере того как физика подвигается вперед, рационализация, утверждение согласия между нашим интеллектом и природой упрочняется, то, с другой стороны, умножаются факты, относящиеся к границам этого согласия, к существованию в природе чего-то такого, что наш разум не способен разрешить целиком“.[1]

Хотя интеллект и хочет деформировать реальность по своему образу и подобию, она вторгается в его работу, разрушая все его построения, как карточные домики. Интеллект должен считаться с реальностью, и реальность выходит из этой борьбы победительницей. Интеллект перестраивается и вынужден включить в здание науки ряд принципов, навязанных ему как бы помимо его воли.

Наиболее ярким примером такого насильственного вторжения реальности Мейерсон считает второе начало термодинамики. Принцип Карно представляет собой, в конце концов, не что иное, как научную формулировку уже с незапамятных времен интуитивно известного человеку свойства необратимости времени. Fugit irreparabile tempus! Сатурн пожирает детей своих! Принцип возрастания энтропии и констатирует это как некоторый научный факт. Процессы, совершающиеся в природе — необратимы, природа исторична; знак времени отнюдь не безразличен для нее; мировой фильм не может быть пущен с конца.

Но тут-то и начинается самое трудное. Хотя даже самый элементарный опыт подтверждает глубокую справедливость принципа Карно, хотя достоверность его отнюдь не ниже достоверности принципа сохранения энергии (а может быть, даже выше), формулировка его была най-

---

[1] La déduction relativiste, pp. 153—154.

дена чрезвычайно поздно, а значимость его и по сие время оспаривается в той или иной степени.

Мейерсон подробно разбирает все формулировки принципа Карно, причем наибольшее внимание его привлекают статистические обоснования второго начала. Эти обоснования пытаются дать объяснение факта необратимости и поэтому проникнуты тенденцией свести все к тождеству. Как известно, статистическое обоснование второго начала сводится к утверждению, что элементарные процессы вполне обратимы и что необратимость является лишь статистическим законом. Поэтому знак времени для термодинамики той грандиозной системы, которой является вселенная, столь же безразличен, как он безразличен для уравнений классической механики. Мейерсон стремится показать, что несмотря на все остроумие и глубину этих теорий Максвелла, Больцманна и Гиббса — принцип Карно все же остается в здании теоретической физики каким-то особенным, совершенно своеобразным и несколько чужеродным принципом.

Мейерсон указывает также, что и теория относительности рассматривает принцип возрастания энтропии как нечто чужеродное, хотя энтропия и является величиной инвариантной. К числу наиболее существенных недостатков теории относительности следует, по его мнению, причислить именно то, что она не может ввести понятие энтропии в свои собственные исходные принципы. Это объясняется, согласно Мейерсону, тем, что принцип Карно генетически относится к другой сфере, нежели каноны разума, давшие начало теории относительности. Принцип Карно не укладывается в рамки интеллекта, поэтому он и подвергался такой критике.

В принципе Карно, по мнению Мейереона, мы видим, как реальность борется за свои права. Проблема необратимости не устранена. Вопрос о диссиметрии направлений времени остался. В наши дни он одно из больных мест физики. Проблема единства материи — тоже. Время не желает превращаться в обезличенную четвертую координату, как и материя не желает разлагаться на клубок функций. Это — „иррациональные“ моменты современной теории. Это — вторжение реальности, не желающей укладываться в прокрустово ложе, приготовленное для нее метафизическим интеллектом.

Интеллект, однако, не останавливается, встречая сопротивление реальности. Он снова и снова атакует ее. Но исход борьбы ясен. Интеллект должен постепенно смягчать свои антропоморфные установки и шаг за шагом ограничивать свои обезличивающие реальность тенденции. Он должен перестраиваться, чтобы быть в состоянии охватить процессовидность объективного мира. В познавательной борьбе с реальностью позиции должен сдать именно интеллект. Иными словами, диалектика реальности, диалектика объективного мира, должна в конце концов сломить метафизические рамки идентифицирующего мышления.

Общий результат, к которому приходит в этой связи Мейерсон, сводится к следующему. Мы несомненно схватываем становление и представляем себе реальное течение времени, но делаем это не в порядке объясняющей, а в порядке констатирующей опытные факты науки. „Было бы несправедливо, — пишет он, полемизируя с Ганнекеном, — утверждать, что наука совсем не проникает в реальное становление, иначе нужно было бы слово «проникнуть» понимать в смысле — делать постижимым, рациональным. На самом деле такое предположение оказывается точным только в применении к объясняющей науке. Эмпирическая же наука, напротив, имеет своей задачей проникнуть в будущее: изменение во времени — вот ее область. Поэтому наука, охватывающая объяснение и эмпирику, подпадает все больше под влияние принципа Карно“. [1]

В этой связи интересно отметить отношение Мейерсона к Гегелю. Он ставит Гегеля чрезвычайно высоко, хотя и позволяет себе время от времени иронизировать над ним. В Гегеле он видит величайшего мыслителя, значительно глубже других философов проникшего в тайны научного мышления. Гегель попытался ограничить отождествляющие методы мышления интеллекта и представить всякое тождество как нечто относительное. При помощи такой трактовки тождества он предполагал возможным включить „иррациональное“ в состав объясняющей науки. Но и Гегелю, несмотря на весь его гений, не удалось, по мнению Мейерсона, разрешить поставленной задачи.

Конечный вывод можно выразить словами Бруншвига: „Главный тезис Мейерсона, — говорит этот автор, — заключается в том положении, что идеал человеческого разума химеричен не только de facto, так как он превосходит человеческие силы, но и de jure, так как мысль о полном успехе разума противоречит разуму. Защита идентифицирующей каузальности поэтому служит только для того, чтобы поднять пьедестал, на котором возвышается фигура истинного героя работ Мейерсона — Сади Карно“. [2]

* * *

Мы постарались схематически изложить наиболее существенные идеи эпистемологии Мейерсона. Поневоле нам пришлось опустить весь аппарат доказательств, приводимых французским автором, и пройти мимо его исторических анализов [3]. Мы видим, что мысль Мейерсона была занята действительно острыми и актуальными проблемами теории науки. Мы видим также, что в ряде вопросов он дал немало интересных

---

[1] Тождество, стр. 320.

[2] L. Brunschvieg. La philosophie de M. É. Meyersoa. „Revue de métaphysique“, I—III, 1926, p. 40.

[3] Из исторических экскурсов Мейерсона заслуживает внимания, например, весьма остроумный анализ натурфилософии Гегеля, данный в „De l'explication“.

соображений, могущих послужить некоторым материалом для диалектико-материалистической теории естествознания. Наиболее существенной его ошибкой явилась квалификация познающего человека как прирожденного и неисправимого метафизика. Мейерсон не понял, что метафизические тенденции интеллекта являются результатом определенных исторических условий, а не составляют вечного его удела. Влияние кантианских идей сказалось в этом пункте воззрений Мейерсона особенно явно. Оно соединилось, кроме того, с „кинематографической" трактовкой сознания, которую разработал Бергсон. Отсюда целый ряд скользких фидеистических мотивов, отравляющих многие страницы произведений французского теоретика.

Общий упадочный характер современного буржуазного мировоззрения не мог, конечно, не сказаться и на Мейерсоне. В его феноменалистических формулировках, относящихся к проблеме реальности, в его рассуждениях об „иррациональном", в его половинчатых высказываниях по поводу детерминизма, в целом ряде „осторожных" его рассуждений о религии, а иногда и в прямом протягивании руки фидеизму и т. д.— плесень идейного разложения обнаруживается совершенно явственно.

Мейерсон не был сам ферментом идейного разложения, подобным какому-нибудь Шпенглеру, Леруа, Philosophie des Als ob, Бутру и tutti quanti, хотя, находясь в гнилостной атмосфере современной буржуазной философии, он не мог не подвергнуться ее тлетворному влиянию. Однако было бы неправильно не замечать за этими гангренозными элементами его интеллектуального облика ряда интересных догадок и свежих мыслей.

S. VASSILIEV

LA THÉORIE DE LA SCIENCE D'ÉMILE MEYERSON

L'article présente un aperçu critique de la théorie de la science d'Émile Meyerson.

Les vues de Meyerson se sont formées sous l'influence des idées de Bergson, et ayant assimilé un nombre de propositions acceptées par la plupart des physiciens éminents du passé, ont laissé pour la théorie de la science le problème de trouver les invariants logiques du raisonnement scientifique. Cependant Meyerson a présenté ces invariants d'un point de vue extrêmement étroit et limité. En défendant les tendences identificatrices du raisonnement scientifique, l'auteur français est arrivé à la conclusion, que l'idéal de la science, tel qu'il est envisagé par l'intelligence, est étrange et même absurde. Prenant pour base les faits relatifs à l'histoire des théories scientifiques, proposées surtout par les adeptes du point de vue mécaniste, Meyerson se trouve disposé à reconnaître cet idéal de facto. Il est,

cependant, impossible d'accepter cet idéal de jure, car le caractère dynamique de la réalité s'oppose vigoureusement aux canons du raisonnement identificateur.

Les vues de Meyerson sont exposés d'une facon critique. L'article soumet à la critique les tendances de l'auteur français d'attribuer les invariants logiques des théories scientifiques à la structure de l'intelligence uniquement, et non à celle de la réalité, il démontre le caractère éclectique et inconséquent de la position de Meyerson dans sa lutte contre le positivisme; découvre la nature étroite et formelle de la théorie de la causalité identificatrice, et les erreurs commises dans les tentatives d'en déduire les lois de conservation etc. En même temps l'article fait remarquer, que certaines considérations de Meyerson sur la structure des théories scientifiques sont bien justes, et que parmis les courants philosophiques contemporains le penseur français occupait des positions ennemies aux idées mystiques et semi-mystiques, si répandues aujourd'hui.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. 1, вып. 5

В. В. Челинцев

СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ К НАЧАЛУ 60-х гг.

(по „Органической химии" Д. И. Менделеева)

I

Простота аппарата органической химии первой половины XIX в. Обоснование органического синтеза. Период, предшествовавший созданию теории строения органических соединений. Первые 6 поколений химиков-органиков на Западе.

Рассматривая „Органическую химию" Д. И. Менделеева (1-е изд. 1861 г., 2-е изд. 1863 г.), можно уловить многое такое, чего по современным курсам и даже современным обозрениям истории развития химии нельзя себе представить. Теперь, вследствие значительного накопления фактического материала, многое не рассматривается так пунктуально, в генетической связи, в логическом развитии, как это было в начале 60-х годов; работы даже классиков — больших мастеров химии первой половины XIX в.—описываются в курсах теперь уже не с такой полнотой, как это было тогда; имена уже целого ряда химиков сошли совсем со страниц руководств, а частично даже позабыты; самое изложение материала представляет много интересных и оригинальных черт и, с одной стороны, пленяет своей простотой, а с другой — отличается насыщенностью мысли.

На „Органической химии" Д. И. Менделеева можно видеть, каких громадных результатов достигли химики-органики к началу 60-х гг., пользуясь чрезвычайно простыми методами в работе; тут можно проследить весь процесс создания самого фундамента органической химии, состоящего в проникновенных способах исследования органических веществ, при простоте лабораторного оборудования, но с умело приложенным к этому аппаратом сопоставлений, заключений и логических выводов. Вместе с тем, на отдельных моментах этой работы ясно вырисовывается, какими пределами ограничиваются чисто мыслительные построения, на каких этапах они нуждаются в экспериментальной проверке и с какой осторожностью необходимо относиться к более или менее отдаленным экстраполяциям. Но при тесном сочетании даже самых простых опытов

с правильно логически схваченными линиями и смело понятыми взаимоотношениями были достигнуты выдающиеся результаты, и с этой стороны история органической химии, запечатленная, как раз на переломе от первых простых этапов ее развития к ее более совершенному расцвету после 60-х гг., в „Органической химии" Д. И. Менделеева, останется для всех времен поучительнейшей страницей в истории развития наук. Тут поражают многие моменты, при помощи которых была построена органическая химия, при помощи которых были разгаданы и вскрыты сложнейшие химические соединения, разнообразнейшие сочетания атомов, относящиеся к живой природе и послужившие дальше базой для многих новейших построений и даже производств. По изложенному материалу можно обобщенно сказать, что многое в органической химии было добыто логикой и основанными на ней предсказаниями, но с чрезвычайно умелой проверкой всего непосредственными, часто очень остроумно задуманными опытами.

Период до 60-х годов—это в целом период утверждения, период обоснования органического синтеза перед его последующим направлением на ответственнейшую службу в области красящих веществ, лекарственных веществ, фотографических, дезинфецирующих, душистых и т. д., где его ждали блестящие победы. Неожиданно дав в 1828 г. в руках Ф. Велера необычайные результаты в деле построения молекулы мочевины—первого искусственно полученного органического вещества,—синтез в последующем обратился даже в метод исследования органических веществ, что окончательно было закреплено М. Вертело в 1860 г. в его „Chimie organique fondée sur la synthèse". Но этому новому периоду в развитии синтеза предшествовала громаднейшая работа по выработке первых приемов оперирования с органическими веществами и по изучению основных их превращений—работа, которая была гораздо труднее многого, сделанного после 60-х годов.

Этот период до 60-х гг. заслуживает внимания потому, что он предшествует созданию теории строения органических соединений, на почве которой синтезы были уже значительно облегчены. В десятилетия, предшествовавшие возникновению этой теории, приходилось прокладывать пути к построению органических веществ, пользуясь лишь типическими представлениями об органических веществах. По этим представлениям, сводившим все органические соединения к типам водорода, воды, аммиака и к удвоенным и утроенным типам из этих простейших, которые годились лишь для немногих веществ и то лишь частично, нельзя было рационально создавать общие синтетические пути к построению молекул. Ими в лучшем случае можно было руководствоваться только при изучении превращений в определенных рядах органических соединений. Поэтому прежние синтезы, сделанные накануне установления теории строения, были более трудны; и замечательно, что несмотря на это, почти все основные синтезы, начиная

с хлорирования, нитрирования и сульфурирования и включая реакции перехода от амино-соединений к спиртам, от альдегидов к амино-кислотам, от низших кислот к более высоким и т. п., были открыты и в основе изучены именно в период до 60-х годов.

Можно сказать, что созданию „Органической химии“ Д. И. Менделеева предшествовало 5 периодов в развитии и изучении органических веществ, более или менее соответствующих пяти поколениям химиков-органиков второй половины XVIII в. и первой половины XIX в. Работы этих химиков довольно полно освещаются у Д. И. Менделеева, во всяком случае гораздо полнее, чем это делается в современных руководствах. Работы самого Д. И Менделеева совпадают с шестым поколением химиков-органиков, из которых к 1861—1863 гг. выдвинулись лишь немногие из видных исследователей этого периода. Полнота сведений о прежних химиках в книге Д. И. Менделеева объясняется, прежде всего, тем, что большинство этих лиц были в то время еще живыми двигателями науки об органических веществах, но кроме того, повидимому, также и особой манерой изложения Д. И. Менделеева, который связывал достижения науки с ее реальными носителями. Эта черта, с одной стороны, придала особую живость книге, и, с другой стороны, сделала ее для нашего времени ценным историческим памятником давно минувших судеб в развитии органической химии, тесно связанных с работами первых ее созидателей. [1]

---

[1] В порядке годов рождения этих первых творцов органической химии их можно раеположить следующим образом:

I поколение
(1742—1774)

1742—Шееле
1743—Лавуазье
1755—Фуркруа
1763—Вокелен
1767—Соссюр
1774—Генри В.

II поколение
(1774—1795)

1774—Био
1777—Тэнар
1778—Гэй-Люссак
1779—Берцелиус
1780—Доберейнер
1781—Браконно
1783—Сертурнер
1785—Дэви Е.
1786—Шеврель
1788—Гмелин А.; Тэйлор; Баугоф; Пелетье
1791—Фарадэй
1794—Митчерлих
1795—Пайэн; Рунге.

III поколение
(1800—1816)

1800—Вёлер; Дюма; Десеевь
1802—Балар; Малагути
1803—Лнбих; Лӧвиг
1805—Пириа; Персо; Буфф
1826—Буле
1807—Лоран; Пелуз
1810—Реньо; Канэ; Редтенбахер; Вальтер
1811—Бунзен; Пелиго
1812—Собреро; Миллон
1813—Кагур; Стае; Леблан
1814—Фреми; Мельзенс; Вельциен; Шилль
1815—Симпсон; Варрентрвпп
1816—Жерар; Вильс; Лерх; Мор; Мендиус

Общие приемы, которые позволяли разбираться в накопляющемся материале органической химии и ставить перед исследованием новые проблемы, которыми с большим мастерством воспользовались указанные химики, были, главным образом, приемы аналогии, гомологии и сопоставления органических соединений по происхождению и по рядам производных. Об этих приемах Д. И. Менделеев на протяжении своего курса говорит много раз, подчеркивая последовательно и при этом с разных сторон их значение.

Вот эти места:

„Все разнообразие органических соединений подчиняется некоторым общим законам, которые весьма затруднительно формулировать, но можно ясно видеть при обзоре разных рядов“.

„Открытие и обобщение гомологии дало твердую опору системе органических соединений и помогло обобщению реакций; понятие о гомологах есть одно из точнейших понятий, выработанных в органической химии“.

„Зная законы гомологии, легко уже определить и свойства и реакции других гомологов“.

„Общие реакции одного ряда соединений повторяются в самых отдаленных друг от друга рядах, что и дает возможность итти строгим путем в исследовании органических соединений“.

„Сравнительным путем... по общим свойствам и реакциям ряда... весьма часто можно уяснить и предсказать многие факты“.

И наконец, в виде заключения ко всему этому, можно привести следующие строки:

IV поколение
(1817—1826)

1817—Вюрц; Броди; Копп; Клоец; Гайнц; Горуп-Безанец
1818—Кольбе; Гофман А.; Буктон
1819—Плайфер
1820—Люка; Вертгейм
1821—Штвделер
1822—Пастер; Штреккер; Шансель
1824—Виллиамсон; Дебус
1825—Франкланд; Эрленмайер; Глазивец
1826—Канниццаро; Пебаль; Гунт

V поколение
(1827—1834)

1827—Вертело; Шютценбергер; Лимприхт; Бертанини
1828—Дуппа; Люинес; Шнотца; Услар
1829—Кекуле; Грисс; Кариус
1830—Шмидт Р.
1831—Герланд
1832—Фридель
1834—Ванклин

VI поколение
(1835—1842)

Первые представители

1835—Байер; Вислиценус; Фиттиг
1836—Либен
1838—Перкин
1841—Линнеман

(Это — сверстники Д. И. Менделеева)

О русских химиках-органиках за те же периоды будет сказано дальше.

„Понятие о гомологических порядках, понятие о рядах производных, понятие об аналогах—эти три понятия дают возможность строить строго-научную систему органических соединений".

В сущности это и есть тот замечательный аппарат, при помощи которого указанные крупные мастера органической химии разработали свою науку, аппарат, результаты работ которого изумляют даже современных исследователей.

Многие из синтетических реакций органических соединений возникли именно на почве этих приемов. Одни из этих реакций логически влекли за собою другие; делаемые при этом открытия и наблюдения в одних группах соединений переносились тотчас же на другие; и вскоре синтезы сделались таким мощным орудием, что вера в них вылилась в очень прочное убеждение о возможности искусственного построения всего, исходя из самых простейших химических соединений. Интересно, что эти положения о синтезах звучат почти в тоне нашей современности.

„Когда узнали реакции, происходящие при высоких давлениях и при нагревании (в запаянных трубках), стали получать совершенно неожиданные до тех пор реакции и многие известные прежде органические соединения добыли из неорганических. Исходными пунктами служили: CS_2, HCN, CO, которые получают, как известно, из угля при действии серы, аммиака и кислорода".

„Добывши этилен C_2H_4, мочевину CN_2H_4O, муравьиную кислоту CH_2O_2 и болотный газ CH_4, легко уже было получить множество самых сложных органических соединений, превратив их, с одной стороны, в хлористые соединения, а с другой—в металлические и подвергая те и другие взаимной реакции".

„Например, болотный газ дает с хлором хлористый метил CH_3Cl, этот с цианистым калием дает цианистый метил C_2H_3N, цианистый метил с едким кали дает уксусную кислоту $C_2H_4O_2$; из нее получается уже целый ряд соединений".

„Этилен соединяется с HCl и дает хлористый этил C_2H_5Cl, хлористый этил с KNC дает цианистый этил, который легко превратить в пропионовую кислоту $C_3H_6O_2$ и т. д."

„Этилен соединяется прямо с бромом и дает $C_2H_4Br_2$, из которого можно получить цианистый этилен $C_2H_4(CN)_2$; его можно превратить в янтарную кислоту $C_4H_6O_4$; из нее получается целый ряд новых соединений".

„Одним словом, исходя из неорганических тел, можно получить уже много органических соединений. Нет сомнений, что со временем и все органические соединения можно будет получить тем же путем".

Второе место:

„Растение берет из почвы, воздуха, воды только неорганические вещества: углекислоту, воду, кислород, азот, аммиак, азотные, фосфорные и другие минеральные соли. Из этих элементов слагается все

разнообразие веществ, образующих тело растений, начиная от самых низших одноклеточных водорослей гнилой воды, до огромнейших и наиболее сложных растений. До сих пор не известен путь, которым идет это образование, или, другими словами, мы не можем в лаборатории приготовить из названных неорганических элементов всех органических веществ. Но, несомненно, что образование их идет по тем же законам, как и образование всяких других химических соединений; несомненно что настанет время, когда все эти разнообразные органические вещества можно будет получить искусственно, вне живого организма, из тех же веществ, из которых слагаются они и в организмах. На эту мысль наводят уже существующие в настоящее время способы превращения многих неорганических веществ в органические".

Третье место:

„Окись углерода может служить исходным пунктом для получения множества органических веществ уже по одному тому, что с едким кали дает муравьиную соль, а она дает целый ряд более сложных органических веществ".

„Судя по множеству реакций, в которые вступают CO_2 и CO, можно полагать, что со временем удастся получить все органические вещества, исходя из углекислоты, как это происходит в растениях".

На самые явления, происходящие в организмах, устанавливается в книге совершенно определенный материалистический взгляд.

„Отдельно взятое каждое жизненное явление не есть следствие какой-либо особой силы, каких-либо особых причин, но совершается по общим законам природы. То, что связывает все эти отдельные явления, заставляет служить природные силы одной общей цели и придает материи особую форму; только это и можно считать особенной принадлежностью живых существ, действующей только в живых организмах".

Ко времени издания курса „Органической химии" Д. И. Менделеева, в России, кроме учебника Г. Гесса „Основания чистой химии" (изд. 1831—1833 г., VII изд.—1849 г.), были в ходу: книга Ю. Либиха—„Письма о химии, дополненные письмами о сельском хозяйстве", книга Жерара—„Введение к изучению химии по унитарной системе" 1844—1845 гг., 4 тома Лорана и Жерара—„Органическая химия", 1848 г., и книга Кагура—„Органическая химия" (изд. „Общественная польза"). Среди них книга Д. И. Менделеева была первым русским руководством по органической химии, обратившим тотчас же после выхода на себя внимание, как пишет П. Вальден, даже химиков Западной Европы. Против обычая, „Zeitschrift für Chemie" в 1862 г. дала об этом русском учебнике весьма подробную рецензию, в которой было подчеркнуто оригинальное и основательное изложение, а равно и оригинальная классификация соединений не по радикалам или гипотетическим принципам, а по химическим их функциям.

II

Классификация органических соединений к 60-м годам. Типические представления. „Сочетанные соединения". „Игра изомерностей". Ошибки в молекулярных весах.

Деление органических соединений на ряды, проводившееся в отдельных группах веществ, в начале 60-х годов еще не было развито до такой степени, чтобы можно было это деление положить в основу классификации органических соединений. В этой области, как можно ясно видеть по „Органической химии" Д. И. Менделеева, существовало много недоуменных вопросов. Хотя соединения и делились на предельные и непредельные, но ясность представления даже о предельности веществ разбивалась о неосознанность еще существования среди органических соединений циклических группировок и в особенности—ароматических ядер, что являлось при проведении указанного принципа по разным группам соединений непреодолимым камнем преткновения.

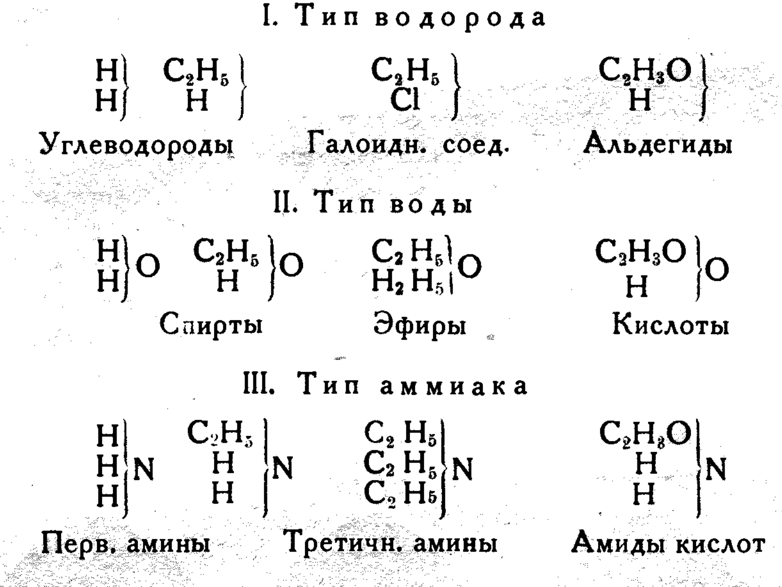
В виду неразработанности деления соединений на ряды они в основном классифицировались лишь по классам, т. е. на основании их функциональных групп, причем определенного порядка и в этой классификации, в сущности, не было. Рассмотрение соединений начиналось с кислот, как с наиболее изученного класса веществ; они подразделялись на одноосновные и в то же время одноатомные, на одноосновные и двухатомные, на двухосновные и двухатомные, далее двухосновные и трехатомные, двухосновные и четырехатомные, на многоосновные и т. д. Далее, понятия о классе альдегидов и кетонов были очень неопределенные и во многих случаях прямо смутные; сведения об этих соединениях разбросаны по разным местам книжки и мало систематизированы. Затем идут одноатомные спирты и их производные, где идет речь и о фенолах; о двухатомных же спиртах—гликолях—и о трехатомных спиртах — глицеринах — сведения даются не при спиртах, а отдельно, после главы об углеводородах; при глицерине сообщаются сведения к о жирах. За спиртами идет глава об алкалоидах, где разбираются все амины как жирного, так и ароматического ряда, затем — пиридин, хинолин, т. е. гетероциклы и, наконец, собственно алкалоиды. Углеводороды же под именем „углеродистые водороды" затерялись среди спиртов, и с ними вместе описываются и металлоорганические соединения. Наконец, последние две главы посвящены сахаристым и белковым веществам, вместе с процессами брожения, и на этом вся система органических соединений заканчивается.

Почему в основу деления на классы не положен принцип окисления—на это Д. И. Менделеев отвечает следующим образом: „В настоящее время невозможно основать систему органических соединений на окислении, ибо кажущаяся реакция прямого окисления часто распадается на две, три и более реакций".

Но и эта классификация, как видно по вышеприведенному замечанию „Zeitschrift für Chemie“, была шагом вперед, ибо она располагала соединения по функциональным группам, а не по прежним радикалам или формальным типам.

Отзвук теории радикалов имеется только в одном месте, но с характерным замечанием, что это совершенно не существенно для понимания органических соединений. Указывая, что во многих органических веществах и, в частности, в винном спирте и простом эфире Дюма принимал радикал „этилен“, а Либих—радикал „этил“, Д. И. Менделеев замечает: „Это разногласие мнений, имевшее большое значение для науки, не может существовать для нас, потому что нашими формулами мы уже не стараемся выразить истинного строения тел, а только сходство их реакций с реакциями более известных и простых соединений. Рациональные формулы [под которыми разумелись типические формулы] не заключают в себе ничего абсолютного и полезны преимущественно для того, чтобы облегчить выражение многих реакций, к которым способны известные тела. Это есть сокращенная общенародная химическая речь, подчиненная известным законам, как и всякая разумная речь. Отношения между многими производными какого-либо соединения можно уподобить отношению между многими формами глаголов“.

При развитии, далее, теории типов указывается, что главными из них являются следующие:



Из этих простейших типов далее образуются более сложные —двойные и тройные типы. Всюду подчеркивается лишь относительное и утилитарное значение этой теории типов:

„Все понятия о радикалах и типах, имея большое значение для обзора целого ряда изменений, каким может подвергаться данное

соединение, не заключают в себе ничего абсолютного, потому что все типы можно произвести один из другого:

$$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}\qquad\qquad\left.\begin{matrix}H\\OH\end{matrix}\right\}\qquad\qquad\left.\begin{matrix}H\\NH_2\end{matrix}\right\}$$

и чем сложнее тело, тем из более разнообразных комбинаций типических тел можно произвести его формулу. Притом, хотя в органических соединениях мы признаем сложные радикалы, но они, очевидно, не всегда будут играть роль простых радикалов — будут, очевидно, реакции, в которых эти радикалы будут изменяться разным путем, будут и такие реакции, в которых вновь образуются подобные же более сложные радикалы из более простых. Итак, понятие о сложном радикале, не будучи абсолютным, служит только для выражения связи между многими соединениями, могущими легко переходить друг в друга. Мы видели целый ряд соединений, происходящий из жирных кислот и легко предугадываемый из одного того, что строение их мы приняли подобным строению воды; но есть и другой ряд реакций, в которых проявляется сложность радикалов кислот жирного порядка. Эти реакции дают возможность перехода от одного гомологического порядка к множеству других, самых разнообразных. Такие реакции в большинстве случаев суть не замещения, а соединения или разложения".

Второе место:

„Должно заметить, что группировка соединений может быть весьма разнообразна. Но ни одна система не может выразить в последовательном изложении всей последовательности в происхождении и всех аналогий; потому что данное соединение имеет связь не с двумя только соединениями, а с множеством соединений: с одним—по гомологии, с другим — по аналогии, с третьим — по замещению, с четвертым — по типическим реакциям, с пятым — по происхождению, с шестым — по разложению и т. д. Геометрически можно выразить сказанное таким образом: всякое изложение представляет линию, а система требует телесной формы, допускающей сближения по многим направлениям".

Иногда, чтобы дать примеры перехода от типических формул к эмпирическим и к формулам по теории пределов, приводились, для некоторых соединений, как, например, для первого амида щавелевой кислоты, подряд все указанные способы выражения:

эмпирическая формула: $C_2NH_3O_3$

типическая формула:

$$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}N \qquad \left.\begin{matrix}C_2O_2\\H\end{matrix}\right\}O$$

формула по теории пределов: $C_2O_2(OH)(NH_2)$

Исходя из теории типов, водородные атомы в органических соединениях делились на „типические" или „сочетательные" и „радикальные"; так, например, в уксусной кислоте 1 атом водорода считался типическим, 3—радикальными, в салициловой кислоте—2 атома считались типическими или сочетательными, 4—радикальными:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ H \end{matrix}\right\} O \qquad \left.\begin{matrix} C_7H_4O \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$$

Сложные соединения, получающиеся заменой типического водорода на новые радикалы, как, например, сложные эфиры или замещенные амиды, назывались „сочетанными соединениями". Характерным признаком их образования считалось непременно выделение из входящих в их состав двух веществ какого-нибудь неорганического соединения, например H_2O или HCl.

От двойного разложения это „сочетание" отличалось тем, что оно будто бы протекает труднее, чем обыкновенные процессы обмена.

При изложении системы органических соединений сведения об изомерах излагались несколько сбивчиво; так, например, рядом с вполне правильным примером изомеризации циановокислого аммония в мочевину приводится под названием изомеризации также превращение бензальдегида, как масла горьких миндалей, в твердый бензоин—продукт удвоенного состава сравнительно с исходным альдегидом. Несколькими строчками дальше указывается, что бензоин $C_{14}H_{12}O_2$ есть собственно полимер бензальдегида C_7H_6O, но тогда полимерия толковалась именно как частный случай изомерии. Как общее положение по всему этому вопросу выдвигалось определение такого рода: „между изомерными телами различают полимерные и метамерные", и с точки зрения этого определения бензоин и считался одновременно и изомером и полимером.

Не совсем ясно определялись и полимеры, например, порядка олефинов; так, например, указывалось, что этилен C_2H_4, амилен C_5H_{10} и церотен $C_{27}H_{54}$ суть полимеры, но ведь амилен не может быть получен полимеризацией этилена и церотен тоже не может возникнуть непосредственно из этилена или амилена уплотнением их, но это последнее не учитывалось. Ясно, что термином „полимеры" подчеркивалось в данном случае только то обстоятельство, что все эти углеводороды, при их общем олефиновом характере, построены однородно из одной и той же группы CH_2, взятой в первом случае 2 раза, во втором—5 рая, в третьем—27 раз. Но это существенно отличается от того, что теперь понимается под словом „полимеры". А если прибавить еще, что полямеры в то же время считались изомерами, то получается уже довольно сильная запутанность в терминологии.

Наконец, не совсем так, как в настоящее время, толковалась и метамерия. Как на примеры метамерии, указывалось на изомерные $C_2H_4Cl_2$ или на изомерные между собою тела, относящиеся, в сущности,

к разным классам соединений, как, например, на этиловый эфир муравьиной кислоты $HCOOC_2H_5$, метиловый эфир уксусной кислоты CH_3COOCH_3 и пропионовую кислоту $CH_3.CH_2.COOH$.

Самые процессы изомеризации, конечно, не совсем были ясны по их механизму, и отсюда понятно, почему их часто называли „игрой изомерности“ — jeu d'isomérie.

Неопределенность в установлении изомеров, трудность разобраться в явлениях изомерии к 60-м годам очень ярко подчеркивается следующим примером: получив из этана путем прямой металепсии хлористый этил и сопоставив его с продуктом присоединения хлористого водорода к этилену и продуктом, полученным из винного спирта путем замены гидроксильной группы последнего на хлор, никак не могли решить, что это — тождественные продукты или изомерные, хотя и видели, что все они отвечают формуле C_2H_5Cl. Вот что написано по этому поводу: „Вопрос о тождестве хлорангидрида спирта C_2H_5Cl с хлористым этилом C_2H_5Cl требует еще новых исследований. При настоящем состоянии сведений равно вероятны оба противоположные решения вопроса. Для нас только несомненно, что при известных условиях хлористый этил C_2H_5Cl должен реагировать как хлорангидрид одноатомного радикала C_2H_5, но a priori мы не можем решить, будут ли его соединения тождественны или только изомерны с производными этилового спирта, заключающими остаток этила C_2H_5“. Подобная же путаница наблюдалась и в отношении метана, что было предметом характерного разногласия даже между такими химиками, как Бертело и Байер, о чем могут свидетельствовать следующие строки: „Действием хлора на метан CH_4 можно получить газообразное соединение CH_3Cl. Вертело считает его хлористым метилом, Байер и многие другие полагали, что это есть хлоро-болотный газ (продукт металепсии), отличающийся от хлористого метила“. Но к этому последнему случаю Д. И. Менделеев замечает более определенно: „Судя по известным до сих пор фактам следует признать тождество обоих CH_3Cl и CH_3Cl“.

Но мало этого: даже не было правильного сопоставления хлористых соединений с бромистыми, что можно видеть, например, из следующего места: „C_2H_3Br, соединяясь с новым количеством Br_2, образует $C_2H_3Br_3$. Это тождественно с тем, которое получается из C_2H_5Br при действии Br_2, а между тем соединение $C_2H_3Cl_3$, полученное из хлористого этила C_2H_5Cl и из жидкости голландских химиков $C_2H_4Cl_2$, не тождественны. В этом факте, наблюденном Кванту, ясно видно, что бромистые соединения с большою осторожностью должно сравнивать с аналогичными хлористыми соединениями“.

Недоверчивое отношение к тождественности разных продуктов этого порядка, доходившее до отрицания тождественности даже двух CH_3Cl, непонятного для современных представлений, базировалось тогда на разнице водородных атомов в углеводородах на почве типических

представлений, трактовавших углеводороды как „водородистые радикалы“, а их галоидные дериваты—как продукты замещения то „типического“ водорода, то „радикального“ водорода:

$$\left.\begin{matrix} CH_3 \\ H \end{matrix}\right\} \qquad \left.\begin{matrix} CH_3 \\ Cl \end{matrix}\right\} \qquad \left.\begin{matrix} CH_2Cl \\ H \end{matrix}\right\}$$

$$\left.\begin{matrix} C_2H_5 \\ H \end{matrix}\right\} \qquad \left.\begin{matrix} C_2H_5 \\ Cl \end{matrix}\right\} . \qquad \left.\begin{matrix} C_2H_4Cl \\ Cl \end{matrix}\right\}$$

Наконец, сверх указанных случаев изомерии, полимерии и метамерии, на целом ряде примеров были замечены и другие роды изомерии, которые, однако же, не могли быть определены точнее. В круг этих непонятных изомерий входили: а) самая типичная плоскостная изомерия, б) цис-транс-изомерия, в) оптическая изомерия и г) изомерия ароматического ряда. Все эти формы изомерии существовали под видом какой-то неизвестной изомерии, которую называли „изомерией в тесном смысле“.

По поводу этих изомерий встречаем такие соображения: „Образование изомеров оксибензойной и салициловой кислоты составляет индивидуальную особенность только некоторых соединений. Подобные изомерные соединения называются изомерными в тесном смысле. К таким принадлежат, например, оба видоизменения капроновой кислоты, олеиновая и элаидиновая кислоты, оба видоизменения молочной кислоты и множество других органических соединений. Толуиновая кислота, полученная Ноадом при окислении цимена ($CH_3.C_6H_4.COOH$),—изомерна, но не тождественна с той кислотой, которую Канниццаро получил при действии KOH на синеродистый бензил ($C_6H_5.CH_2.COOH$) или толуиновый нитрил, и с тою, которую Меллер и Штреккер получили при продолжительном кипячении вульпиновой кислоты $C_{10}H_{14}O_5$ (из лишая) с едким баритом.

„Судя по исследованиям Канниццаро, Росси и др., должно думать, что все цианистые соединения ароматических спиртов $C_nH_{2n-7}CN$ при действии щелочей образуют изомеры обыкновенных кислот (так называемые альфа-ароматические кислоты). Получив из бензойной кислоты альдегид, из него спирт и нитрил, превращая его в кислоты, получим не гомолог бензойной кислоты, а его изомер. Все подобные изомеры характеризуются тем, что вступают в совершенно тождественные реакции, чем и отличаются от метамерных соединений, и продукты этих реакций опять находятся в том же отношении. Все различие таких соединений состоит обыкновенно только в некоторой незначительной разности физических свойств и может быть сравнено с различием диморфных тел. Весьма часто подобные изомерные соединения дают тождественные продукты и переходят друг в друга при нагревании... Но различие таких изомеров в тесном смысле слова нельзя объяснить

при современном запасе сведений никакими достаточно удовлетворительными предположениями.

Как видно из изложенного, все это представляло необычайно сложный клубок всяких противоречий, что немало затрудняло правильную классификацию соединений, особенно ароматических. Вдумываясь в эти строки, только и можно понять, каким необычайным открытием было предложенное несколько позже, именно в 1865 г., Кекуле строение бензольного ядра, с точки зрения которого сразу стало ясно, что не все $C_nH_{2n-7}CN$ соединения дают особые альфа-ароматические кислоты, а лишь соединения с группой CN в боковой цепи от ароматического кольца, и что случаи этой изомерии совершенно отличны от случаев изомерии, например, при олеиновой кислоте или молочной кислоте и т. д.

Ко всем неясностям в области изомерии следует еще прибавить, что для многих соединений неправильно были определены и молекулярные веса. Непосредственным методом для этого был только метод, основанный на определении плотности паров, и этим методом, надо сказать, пользовались довольно тонко; так, получив для уксусной кислоты около 130° плотность 2.9 и заметив, что при 160° она упала до 2.5, произвели определение ее также при 200°, 240°, 270°, 300° и 320°, пока не установилась постоянная величина для плотности в 2.08 единицы, откуда уже и был выведен истинный вес для молекулы уксусной кислоты $C_2H_4O_2$. Но для соединений, не превращающихся в пары, не существовало еще соответствующих непосредственных методов, и для таких соединений приходилось прибегать к заключениям о величине их молекул по „реакциям типического характера". Однако, выводы этого порядка нередко вели к совершенно ошибочным представлениям; так, если еще для хинина формула выводилась правильно, то для симметрической молекулы — индиго — давалась в два раза меньшая формула против действительной, именно C_8H_5NO, что, конечно, вредно отражалось на классификации соединений.

III

Фактические сведения к 60-м годам. Знання об углеводородах. Вопрос о происхождении нефти и каменного угля. Работы по галоидным производным, по металлоорганическим соединениям, по разным азотистым дериватам, по аминам, диазосоединениям, нитрилам, гремучим кислородным соединениям, по производным угольной кислоты — мочевине, мочевой кислоте и т. д.

Фактические сведения об органических соединениях к началу 60-х годов были уже довольно основательны, но с точки зрения современных знаний они страдали массой дефектов, характерно подчеркивающих особенности развития и пути постепенного овладения областью этих веществ. Разбирая класс за классом, можно последовательно видеть, как именно по отдельным этапам работала научная мысль при постижении разных органических соединений — как здесь делались фундаментальные завоевания и как возникали отдельные уклонения и ошибки.

Здесь много интереснейших моментов и не только для историка химии, но и для философа, особенно с точки зрения развития своей специфической логики, известных комплексов прагматических знаний и даже—со стороны общей гносеологии.

Разбирая фактические знания, начиная с углеводородов, можно в общем сказать, что химики-органики к 60-м годам успели познакомиться уже со всеми основными рядами этих веществ, исключая разве только нафтены или алициклы, но ко многому подошли здесь лишь в первом приближении и еще во многих отношениях не могли разобраться даже в разнице между отдельными группами углеводородов и в молекулах отдельных членов этих групп.

Среди жирных углеводородов хорошо знали метан, этан, пропан, бутан, пентан, гексан и некоторые высшие углеводороды, представляя себе их как „водородистые соединения соответствующих радикалов"— метила, этила, пропила, бутила, амила, гексила и т. д., согласно типическим формулам:

$$\left.\begin{matrix} CH_3 \\ H \end{matrix}\right\} \qquad \left.\begin{matrix} C_2H_5 \\ H \end{matrix}\right\} \qquad \left.\begin{matrix} C_3H_7 \\ H \end{matrix}\right\} \qquad \left.\begin{matrix} C_4H_9 \\ H \end{matrix}\right\}$$

Но, что касается их строения, то очень сомневались—тождественен ли водородистый метил метану (или формену) или только изомерен с ним, точно так же—тождественен ли водородистый этил этану или тоже только изомерен с ним и т. д. В pendant к тому считали, что диметил $(CH_3)_2$ (который назывался просто „метил") только изомерен водородистому этилу C_2H_5H, дипропил $(C_3H_7)_2$ (который назывался просто „пропил") только изомерен водородистому каприлу $C_6H_{13}H$, а также „метил-амилу" $C_5H_{11}CH_3$, „этил-бутилу" $C_4H_9C_2H_5$ и т. д. В то же время настоящей изомерии всех этих соединений еще не знали.

Что касается свойств жирных углеводородов, то совершенно правильно определяли, что они не способны к реакциям присоединения (или, как тогда говорили, к реакциям прямого соединения) и считали их вполне резонно продуктами, находящимися в состоянии предельного насыщения.

Из способов получения этих углеводородов знали получение простейших из них из щелочных солей кислот путем сухой перегонки с щелочью и электролизом по Персо, Кольбе и Франкланду и — как низших, так и более сложных углеводородов—из галоидных производных, получаемых из спиртов, при помощи отнятия от них галоидов металлическим натрием, по Вюрцу.

Непредельные углеводороды этиленового ряда получали из предельных спиртов путем отнятия воды действием, например, хлористого цинка (Вюрц), а также действием фосфорного ангидрида, или из галоидных производных — отщеплением галоидоводородных кислот при помощи спиртовой щелочи или даже серебряных солей (Люйнес).

Самым низшим гомологом этиленовых углеводородов считался метилен, отвечающий древесному спирту, но было уже установлено, что его нельзя изолировать, ибо он полимеризуется в этилен. Высшие гомологи были получены Вюрцем, Баларом, Вертело, причем из амилена C_5H_{10} был образован также парамилен $C_{10}H_{20}$.

Вместе с непредельными, по указанию Вюрца, при этом образуются также предельные углеводороды, но Вертело заметил, что если эти последние и образуются, то в очень небольшом количестве.

Точно так же знали, что, обратно, присоединением HCl, HBr и J из этиленовых углеводородов можно получить галоид-дериваты, от которых, затем, можно перейти и к спиртам. Кроме того, Вертело нашел, что спирты от этиленовых углеводородов можно получить и действием крепкой серной кислоты, причем простейший — этилен — связывается последней труднее, чем более высокие его гомологи — пропилен и др.

Из более сложных этиленовых углеводородов был уже получен и изопрен C_5H_8 с точкой кипения 37—38°, путем сухой перегонки гуттаперчи, что впервые осуществил Вильямсон, констатировавший при этом образование также „каучина" — $C_{10}H_{16}$.

По аналогии с типичными этиленовыми углеводородами предполагали, что и от ароматических углеводородов должен существовать ряд непредельных продуктов, с формулами:

$$C_6H_4,\ C_7H_6,\ C_8H_8,\ C_9H_{10},\ C_{10}H_{12}$$

и т. д., и то обстоятельство, что один из высших представителей этого ряда — C_8H_8 — был получен из коричной кислоты сплавлением ее со щелочью, под названием „стиролена" или „циннамена", как бы убеждало, что должны были существовать и C_6H_4 и C_7H_6. Эта деталь показывает, в каком тумане рисовались ароматические соединения до момента возникновения формулы Кекуле (деталь, не отмеченная даже в полных курсах по истории химии).

История ацетиленовых соединений начинается с констатирования ацетилена Е. Дэви и Ке среди продуктов пирогенетического разложения спирта и эфира в раскаленных трубках, после чего Бетгер нашел его в светильном газе, а Вертело получил синтетически в 1861 г. прямо из угля и водорода. Из русских авторов — Савич и Мясников дали общий метод получения ацетилена и его гомологов, например аллилена, из этилена и его гомологов путем присоединения к последним 2Br и отнятия 2HBr.

Вертело первый показал, что при обработке ацетилена крепкой серной кислотой получается продукт, который при разложении образует C_2H_4O, неверно принятый за низший гомолог аллилового спирта. Это показывает, что сущности ацетиленовых соединений и даже построения непредельных этиленовых продуктов еще не понимали.

На это указывает также и то обстоятельство, что гомологами ацетилена считали даже и такие соединения, которые не имеют ничего общего с ацетиленом, например — ментен $C_{10}H_{18}$.

Из ароматических углеводородов знали все главнейшие, но называли их не так, как они называются в настоящее время, именно: бензол C_6H_6 носил название „бензин“, толуол $C_6H_5 \cdot CH_3$ назывался „бензоен“, ксилол $C_6H_4(CH_3)_2$ назывался „ксилен“, цимол $C_6H_4(CH_3)C_3H_7$ назывался „цимен“, стирол $C_6H_5 \cdot CH = CH_2$ назывался „стиролен“ или „циннамен“ и т. д. Из более сложных углеводородов знали нафталин, антрацен, ретен.

Бензол был получен Митчерлихом из бензойной кислоты при перегонке ее с известью; он же пронитровал его и получил в результате нитробензол. Бертело показал, что бензол получается и из винного спирта и даже из уксусной кислоты при пропускании их через раскаленную трубку. Чорч утверждал, что кроме бензола существует изомерный ему парабензол C_6H_6 с темп. кипения выше 80° — до 97°, что потом оказалось смесью бензола с толуолом.

От бензола и его простейших гомологов знали разные производные; от нафталина Лоран получил хлор-нафталин, но ни фенолов, ни кислот от него не знали; от антрацена тоже не знали производных; ретен был открыт Кнаусом в дегте хвойных деревьев, ближе его исследовал Фрицше, но производных от него тоже не было получено.

Из терпенных углеводородов были известны ментен $C_{10}H_{18}$ с точк. кипения 163°, полученный из ментола действием P_2O_5, переходящий с PCl_5 в $C_{10}H_{19}Cl$ с темп. кип. 204°, „изотерпентин“ $C_{10}H_{16}$ из французского скипидара, полученный Бертело, терпены Девиля, полученные из терпентина с H_2SO_4, камфен, полученный Бертело из HCl-пинена, теребен, исследованный Девилем, цедрен $C_{15}H_{24}$, полученный Бальтером из смолы виргинского кедра, борнеен $C_{10}H_{16}$ из борнеола, полученный Бертело. Все эти углеводороды назывались „элеоптенами“, в отличие от кислородных твердых продуктов эфирных масел, которые носили название „стеароптенов“. К этим же углеводородам присоединялся и „петролен“ $C_{20}H_{32}$, как полимер предыдущих веществ, полученный Буссенго из асфальта.

Терпены очень интересовали химиков первой половины XIX в., но исследование их тогда было делом трудным; хотя надо сказать, что, например, так называемая „искусственная камфора“ $C_{16}H_{16} \cdot HCl$ была получена уже до 60-х годов Киндом, равно как и более сложный продукт $C_{10}H_{16} \cdot 2HCl$ тоже уже был констатирован Бертело; проводились также и окисления терпенных углеводородов, но о природе их не было ясных представлений, и если одни из них считались принадлежащими к этиленовым соединениям, то другие, как, например ментен, относились даже к ацетиленовому ряду.

Нефть считалась состоящей из углеводородов метанового ряда. Интересно, что происхождение ее рисовалось тогда почти так, как оно трактуется и в настоящее время, после целого ряда разнообразных теорий, в том числе теорий Энглера и самого Менделеева. Чтобы яснее показать, как в те времена Д. И. Менделеев освещал в своем руководстве этот вопрос, приведем дословно соответствующее место, касающееся этой проблемы:

„Гомологи болотного газа образуются в природе, по всей вероятности, от подземного разложения дерева. Во многих местностях, в особенности же в последнее время в Америке, открыты подземные источники нефти, т. е. смеси жидких маслянистых горючих и летучих углеродистых водородов. Они, по крайней мере из североамериканских источников, суть гомологи болотного газа. При сухой перегонке некоторых дерев и смол (но не каменного угля) также заметили образование этих гомологов. Наиболее известные из них: газообразный водородистый этил или ацетин C_2H_6, который, как и болотный газ, не удалось еще превратить в жидкость, жидкий водородистый амил C_5H_{12} кип. $+35°$, жидкий водородистый каприл C_6H_{14} кип. 58° (получен из энантовой кислоты с BaO). Продукт такого же состава (C_6H_{14}) получен недавно в значительном количестве Пелузом и Кагуром из американского минерального масла (из нефти). Это последнее извлекается в настоящее время в значительных количествах из подземных источников нескольких местностей Северо-Американских Штатов. Это масло перегоняют, а средний продукт перегонки идет в большом количестве для лампового освещения. Он известен у нас под именем керосина. Американское минеральное масло, как и другие виды нефти, содержит по преимуществу летучие углеродистые водороды. Первые продукты содержат много водородистого каприла C_6H_{14}, кипящего при 68° и имеющего уд. вес 0.669 при 16°. За ним перегоняются его гомологи, имеющие состав C_nH_{2n+2}. Все они реагируют с хлором и дают продукты металепсии“.

Это относится к самой заре нефтяной промышленности, когда еще никаких нефтяных промыслов у нас не было, когда впервые только появился на рынке первый нефтяной продукт — американский керосин.

Что касается каменных углей, то относительно их в книжке сказано: „Дерево и клетчатка, измененные от действия воздуха и влажности, содержат те гуминовые и ульминовые вещества, которые происходят из всех сахаристых веществ во многих обстоятельствах; поэтому эти вещества заключаются в почве и в торфе, лигнит и другие каменные угли происходят из деревьев через изменение их состава при малом доступе воздуха.“

Что касается, далее, галоидных производных, то о них в общих чертах существовали следующие представления: „Углеродистые водо-

роды, аналогические водородистому этилу, при действии хлора дают продукты металепсии $C_nH_{2n+1}Cl$. Они тождественны (всегда или нет — неизвестно) с хлорангидридами спиртов." Этот последний вопрос — вопрос о тождестве, например, C_2H_6Cl с хлористым этилом, и т. п. вопросы считались требующими еще новых специальных исследований, а хлористый хлорэтил назывался даже метамером хлористого этилена $C_2H_4Cl_2$.

Получив из метана действием хлора газообразный CH_3Cl, Вертело и Байер расходились в понимании этого продукта, думая, на основании типических представлений, что водородистый метил CH_3H, в зависимости от замещения то типического водорода, то одного из радикальных водородов, может дать два разных хлор-деривата.

Более сильным хлорированием метана Субейран получил и хлороформ $CHCl_3$, который рассматривался как хлорангидрид трехатомного спирта $CH(OH)_3$, не полученного еще, но способного давать соответствующий ему эфир $CH(OC_2H_5)_3$. Не было получено также и трехатомного следующего спирта $C_2H_3(OH)_3$, хотя соответствующий ему хлорангидрид $C_2H_3Cl_3$, равно как и бромид $C_2H_3Br_3$, были известны.

От метана же были получены и ди-галоидные замещенные: хлорид CH_2Cl_2, с точкой кипения 30°, и твердый иодид CH_2J_2, описанный впервые А. М. Бутлеровым.

Вертело и Вюрц получили также и $C_3H_5Br_3$ и разобрали изомерию продуктов этого рода.

Вертело же показал, что с иодом в иодистом калии из хлороформа можно обратно получить метан, из $C_3H_5Cl_3$ — пропан и т. д.

Также частично были исследованы галоидные дериваты ароматических углеводородов, чем занимались преимущественно Лоран и др.

Были изучены и различные превращения галоидных соединений — в олефины, спирты и особенно в металлоорганические соединения.

Область металлоорганических соединений подверглась довольно солидной обработке. История ее начинается с открытия Франкланда в 1849 г., давшего в результате цинковый этил $Zn(C_2H_5)_2$, который был получен из иодистого этила и цинка в среде простого эфира, высушенного фосфорным ангидридом. Детали способа разработал Пебаль, некоторые улучшения внес Бейльштейн, например, указав, что цинковый этил можно готовить и без запаянной трубки, если вместо простого цинка взять сплав цинка с натрием. Позже Ванклин показал, что действием металлического натрия цинк может быть вытеснен из цинк-этила, с получением в результате смешанного соединения $Zn(C_2H_5)_2 \cdot NaC_2H_5$ или даже просто натриевого соединения NaC_2N_5. При действии углекислого газа на смешанный продукт натрий-этил превращается в пропионовую кислоту, а цинк-этил остается без изменения.

Затем в 1851 г. Франкланд же поставил опыт получения ртутных органических соединений, воспользовавшись для этого солнечным светом, а вслед за ним Штреккер получил и C_2H_5HgJ, который затем со стороны реакций изучал Буктон.

В 1852 г. Франкланд перенес эту же реакцию и на олово и вместе с Кагуром и Ришем получил C_2HSnJ, Вслед за этим Лёвиг получил целый ряд различных оловянных соединений с разными по составу радикалами. Дальше этими соединениями занимались Буктон, Штреккер и, наконец, Франкланд же завершил эту серию соединений получением $Sn(C_2H_5)_2$ $(CH_3)_2$, подействовавши на $Sn(C_2H_5)_2J_2$ цинкметилом.

Это была одной из самых блестящих страниц в работах до 60 х годов, и на этих же соединениях Франкланд развил теорию пределов, которую затем расширил Кагур. В исследовании приложения металлоорганических соединений к синтезам принял участие и Бородин, подействовавший цинк-этилом на бензойный эфир.

Параллельно металлоорганическим соединениям были уже проведены к 60-м годам и работы по получению борноорганических и мышьяковоорганических соединений в виде $B(C_2H_5)_3$ и алкарзина $[As(CH_3)_2]_2$, из которых последний берет свое начало еще с XVIII в., со времен работ Каде, — „Кадетова жидкость", позже, в 1837—1843 гг., изученная Бунзеном. К этой же области относятся исследования Кагура, Риша, Байера и Ландо, вскрывшие возможность получения соединений типов $As(CH_3)_2Cl_3$ и даже $As(CH_4)_4J_3$.

Далее, были уже изучены в основе амины, нитросоединения, сульфосоединения и нитрилы.

Амины были исследованы Вюрцем в 1848 г., затем Гофманом в 1849—1851 гг., далее Мендиус получил их и из нитрилов, а Вертело разработал способ их получения даже из спиртов с NH_3, в запаянных трубках, что в наши дни перенесено и на заводы. Вельцин описал аммониевые соли аминов. Клоец и Натансон поставили опыты получения диаминов.

Ароматические амины начали изучать Редтенбахер и Рунге в каменноугольной смоле, а Фрицше выделил главнейший из них, именно анилин, из индиго, что было сделано в 1840 г. Вскоре после этого, в 1842 г., провел свою выдающуюся работу по искусственному получению анилина из нитробензола и Зинин. Лоран же в 1843 г. доказал возможность его получения из фенола действием NH_3 при нагревании под давлением в запаянных трубках. Наконец, Пириа и Гунт описали и реакцию обратного получения из анилина фенола действием на анилин азотистой кислоты. Жерар и Лоран в 1845 г. изучили природу анилина как замещенного аммиака. Гофисен указал на значение толуидина при образовании розанилина. Искусственный способ получения анилина из нитробензола, полученного еще Митчерлихом, после

Зинина разработал дальше Бешан, предложивший в качестве восстановителя железные опилки с уксусной кислотой. Над разработкой реакции диазотирования работали многие — Пириа, Гунт, Штреккер, Риш, Герланд и наконец Грисс, который и получил промежуточные диазосоединения.

Аналогичные аминам фосфины получили Тенар, Кагур, Гофман.

Из нитросоединений жирного ряда были исследованы: хлорпикрин $C(NO_2)Cl_3$, полученный Стегнусом, динитродихлорметан $C(NO_2)Cl_2$, полученный Мариньяком, и нитрометаны $C(NO_2)_3H'$ и $C(NO_2)_4$, полученные Шишковым.

Что касается, далее, нитрилов, то первый из них был получен Пелузом в 1834 г. из амида пропионовой кислоты. В 1861 г. Орлов показал возможность получения нитрилов из желтой кровяной соли с $SO_4KC_2H_5$, а Шишков, получив $C(NO_2)_3Br$, вслед за тем дал способы образования двунитроацетонитрила $C(NO_2)_2H \cdot CN$ и тринитроацетонитрила $C(NO_2)_3 \cdot CN$.

Максвелл Симеон получил и динитрил действием на бромистый этилен цианистого калия. Реакцию превращения нитрилов изучали Франкланд, Кольбе и Мендиус. В результате было показано, что нитрилы дают полимеры и комплексные соединения типов: $(R \cdot CN)_3$, $RCN \cdot PCl_3$ и $(R \cdot CN)_3 \cdot HNO_3$, а также с $SnCl_2$ и $SbCl_5$.

С нитрилами самым тесным образом связывались и гремучие соединения Hg и Ag, полученные, как известно, в 1800 г. Говардом. Эти соединения исследовали Гэй-Люссак и Либих; они рассматривали их как соли формулы $C_2(NO_2)Hg_2N$, что дало Жерару основание для представления о гремучей кислоте, как о продукте, тождественном с нитроацетонитрилом $C(NO_2)H_2 \cdot CN$. С хлорной известью из нее был получен хлорпикрин $C(NO_2) \cdot Cl_3$; затем Кекуле при действии брома получил из нее также $C(NO_2)Br_2 \cdot CN$ — дибром-нитроацетонитрил. Из русских ученых этой областью сильно интересовался Шишков, который одновременно с Либихом в 1856 г. при нагревании этих соединений с KJ и KCl получил из них изоциануровую кислоту или фульминуровую кислоту $C_3H_2O_3N_3$; циануровую же кислоту они считали сочетанием из нитроацетонитрила с циановой кислотой — $C(NO_2)H_2 : : CN — CNOH$, что доказывалось тем, что Шишкову удалось из этой последней при действии брома получить опять-таки дибромацетонитрил, как это было осуществлено Кекуле из гремучекислой ртути, а далее также и тринитроацетонитрил $C(NO_2)_2 \cdot CN$.

Было установлено далее, что из $(CN)_2$, который, впрочем, изображался простой формулой CN, при продолжительном нагревании его с водой образуется HCN, CO_2 и мочевина, а по Пелузу — также амид щавелевой кислоты $(CONH_2)_2$; при действии же на $(CN)_2$ сероводорода образуются кристаллы $(CN)_2 \cdot H_2S$ и $(CN)_2 (H_2S)_2$, каковые соединения назывались „флавеановой“ и „рубеановой“ кислотами.

Из $(CN)_2$ с анилином был получен цианилин $C_6H_5NH_2)_2 \cdot (CN)_2$; из хлористого циана с анилином был получен меланилин.

Знания о производных угольной кислоты, — об ее эфирах и о мочевине с мочевой кислотой — слагались из следующих элементов.

Было известно, что при действии на спирт фосгена образуются эфиры $COCl(OC_2H_5)$ и $CO(OC_2H_5)_2$, из которых последний был получен Эттлингом; в этой же области ставил опыты и Д. И. Менделеев, о чем, впрочем, будет сказано дальше.

Получение мочевины из цианамида $CN \cdot NH_3$ действием азотной кислоты было осуществлено впервые Канниццаро и Клоецом. Затем, в 1854 г., Зинин действием на нее ацетил-хлорида получил ацетилмочевину. Из циановой кислоты (2 част.) с 1 частью спирта был получен аллофановый эфир, а из той же кислоты с ацетальдегидом была получена тригеновая кислота $C_4H_7N_3O_2$.

Мочевая кислота, открытая Шееле и изученная в 1829 г. Вёлером и Либихом, изображалась формулой $C_5H_4N_4O_3 + 2H_2O$, а получающиеся из нее пурпуровая кислота и мурексид, изученные Либихом, Фрицше и Бейльштейном, изображались формулами $C_8H_5N_5O_6$ и $C_8H_5N_4(NH_4)O_6$. Глазивец в 1859 г. получил изомер пурпуровой кислоты, а затем из разных производных этой группы мочевинных соединений вообще были также известны: аллантоин, гуанин, ксантин, гипоксантин (или саркин), креатин, саркозин. Наконец, Шансель из нитро-бензамида по способу Зинина получил также фенил-мочевину $CO(NH_2) \cdot (NHC_6H_5)$, каковое соединение получено было также и из бензнитрила с аммиаком, а далее Лораном из двунитробензофенона была получена также дифенилмочевина или флавин, причем указывалось, что тождественные этим же соединениям или изомерные им вещества можно получить и прямым действием фосгена на анилин.

Тиомочевина с аллильным радикалом была получена в 1834 г. Дюма и Пелиго из горчичного масла с аммиаком; само же горчичное масло было синтезировано Зининым, Вертело и Люка из CNSK с иодистым аллилом.

Разные сложные мочевины были получены Вюрцем из циановых эфиров с аминами.

Воскресенский впервые открыл в шоколадных бобах теобромин $C_7H_8N_4O_2$, а Штреккер из серебряной соли его при нагревании до 100° получил также теин.

Мы приводим все эти сведения по истории органической химии, как весьма ценные и для современности, тем более, что многие из этих моментов последующим широким развитием органической химии были отодвинуты на второй план и некоторые из них даже забыты. Несомненно, что многие из этих моментов могут быть предметом дальнейшего научного исследования и в настоящее время.

IV

Сведения по главнейшим кислородным органическим соединениям — алкоголям, эфирам, эфирным комплексам, фенолам, альдегидам и кетонам.

Химия спиртов начинается у Д. И. Менделеева знаменательным указанием, что „история спиртов и их производных заключает в себе историю всей органической химии“.

Главнейшими известными производными спиртов были простые и сложные эфиры, разбором которых был занят особенно Дюма; он совместно с Буле описал образование сложных эфиров, указав, что при этом всегда выделяется из спирта и кислоты вода, хотя, как заметил Бертело, сложные эфиры не вступают прямо в двойные разложения, как соли; Бертело же вместе с Сен-Жилем изучил и измерил быстроту и предел образования эфиров. Что касается простых эфиров, то с точки зрения теории радикалов мнения о них разделялись: в то время как Дюма на основании распада спирта на воду и этилен считал радикалом эфиров этилен, уподобляя этот процесс распаду NH_4OH на H_2O и NH_3, Либих за радикал эфиров считал этил C_2H_5 и с этой точки зрения определял простые эфиры, как окиси радикалов.

„С историей спиртов жирного ряда и их производных, — замечает далее Д. И. Менделеев, — связаны имена всех известнейших химиков последних 40 лет“. Первый член этого ряда — древесный спирт — был открыт Тэйлором в 1812 г. и затем исследован Дюма и Пелиго; Бертело получил впервые из него метан, охлорением которого, переходя через CH_3Cl с KOH, опять получил начальный спирт; Дюма и Пелиго этот же промежуточный хлорид получили и непосредственно из спирта с HCl; метан же пытались получить из древесного спирта и прямым восстановлением; одну из модификаций этого восстановления предлагал и Д. И. Менделеев, о чем речь будет ниже.

Что касается винного спирта, то он в его водных растворах в качестве бытового препарата был, оказывается, известен у нас в виде следующих напитков „по закону“: „полугар“ — уд. веса 0.9541, крепостью в 38% по объему, при 15.5° С, затем — „пенное вино“ — уд. веса 0.9440 при 15.5° С, крепостью в 44.25% по объему, „трехпробное вино“ — уд. веса 0.9384, крепостью в 47.4% по объему, „двойной спирт“ — плотностью 0.8773, крепостью в 74.7%. Синтез винного спирта был осуществлен Бертело из этилена, и, в свою очередь, при пропускании его в парах через раскаленную трубку, наполненную „пористыми камнями“, из него были получены, при его разложении, газы, альдегид, бензол, нафталин, фенол и др. вещества; получение из спирта эфира изучил Вильямсон, показав, что вначале спирт с серной кислотой дает серновинную кислоту. Абашев определил растворимость эфира в воде, а Д. И. Менделеев установил, что обратно из простого эфира с водой, даже при нагревании в запаянной трубке до 160°, нельзя получить исходный спирт.

Чтобы показать, насколько исследования того времени носили уже блестящий экспериментальный характер, можно отметить ряд моментов из области изучения спиртов и эфиров. Были получены уже, например, хлорзамещенные эфиры формул $(C_2H_3Cl_2)_2O$ и $(C_2Cl_5)_2O$, что осуществил Малагути; Пелуз сделал очень интересные наблюдения над смесями спиртов с серной кислотой, указав, что при простом смешении еще не образуется серноэтиловой кислоты, но такая смесь уже не разлагает углекислых солей, далее, что раствор HCl в спирте не разлагает поташа, но все-таки разлагает соду и мел Clark Hare и М. Бойль получили сложный эфир хлорной кислоты, указав на его сильные взрывные свойства. Миллон получил эфир азотной кислоты, Кагур и Гофман получили эфир $(C_2H_5)_3PO$, Мошнин получил пирофосфорный эфир $(C_2H_5)_4P_2O_7$, затем были получены комплексы $(C_3H_5)_2O \cdot 2AgNO_3$, а также от соответствующих эфирам селенидов и теллуридов соединения $(C_2H_5)_2SeCl_2$, $(C_2H_5)_2TeCl_2$, а также $(C_2H_5)_2SeO$ и $(C_2H_5)_2TeO$, тогда как сернистые аналоги этих соединений с хлором давали продукты металепсии; Зинин получил из иодистого аллила, отвечающего аллиловому спирту с ртутью, интересные серебристые кристаллы с темп. пл. 135° формулы $C_3H_5J \cdot Hg_2$, улетучивающиеся без разложения.

Из более высоких спиртов был известен пропиловый, который называли часто „тритиловым спиртом“. Фридель указал, что и при восстановлении ацетона натрием получается тоже пропиловый спирт, но отмечал, что „это требует еще проверки“. Бутиловый спирт назывался тетриловым или масляным. Амиловые спирты были известны с Шееле, который заметил их присутствие в водке, но определили их только Дюма и Кагур; изомерию среди них указал Пастер; более же полное представление об амиловых спиртах получилось лишь после ряда работ Дюма со Стасом, Вюрца, Кекуле, Генри, Риккера. Далее был извлечен из виноградных выжимок и гексиловый спирт, а Пелуз и Кагур даже синтезировали его, исходя из углеводорода американской нефти C_6H_{14}, переходя через отвечающий ему хлорид. Райльтон, Вильс и Штеделер при перегонке касторового масла с NaOH получили и „эйнантиловый спирт“ — $C_7H_{15} \cdot OH$. Ж. Буи и В. Мошнин оспаривали это, указывая, что образуется каприловый спирт $C_8H_{17}OH$.

Из самых высших спиртов были уже известны этал или цетиловый спирт $C_{16}H_{33} \cdot OH$ из спермацета по работам Шевреля, стетал $C_{18}H_{37} \cdot OH$, отвечающий стеариновой кислоте по работам Гейнца, цериловый спирт или церотин $C_{27}H_{55} \cdot OH$ из китайского воска по работам Броди, мелиссин или мирициловый спирт $C_{30}H_{61} \cdot OH$ из пчелиного воска, по работам Губера, Гундлаха, Дюма и Мильн-Эдвардса.

Из неопределенных спиртов жирного ряда упоминается один аллиловый $C_3H_5 \cdot OH$; изучением его занимались Вертгейм и Билль, Вертело и Люка, Зинин, Кагур и Гофман, Эрленмейер.

Из терпенных спиртов был известен ментол из мятного масла $C_{10}H_{19} \cdot OH$, считавшийся гомологом аллилового спирта, и борнеол, полученный Пелузом. Вертело установил отношение последнего к камфоре, назвав его камфолем.

Из ароматических спиртов был хорошо определен бензиловый $C_6H_5 \cdot CH_2OH$; он получался из перувина, который представляет собой сочетание этого спирта с коричной кислотой. Канниццаро дал для него и свой известный способ получения из бензальдегида путем нагревания последнего с $NaOH$. Кроме бензилового спирта Кагуром был получен куминовый спирт, а также был известен коричный спирт, рядом с которым Жерар, а потом Вертело поставили холестерин.

Многоатомные спирты жирного ряда были представлены гликолем, глицерином, эритритом и маннитом, затем кверцитом, пинитом и меламипиритом, инозитом, сорбином, эвкалином. Простейший из них — метилен-гликоль — возбуждал всякие вопросы; из бутлеровского CH_2J_2 хотя и был получен, казалось, соответственный продукт, но он по свойствам все-таки не отвечал метиленовому гликолю. Этилен-гликоль был получен Кванту из бромистого этилена, переходя через гликолевые эфиры, затем Аткинсом и Вюрцем с Лоренсо при воздействии на тот же бромистый этилен уксуснокислого калия в спиртовом растворе; далее, Лоренсо получил и полиэтиленовые гликоли формулы $HO \cdot CH_4 \cdot O \cdot C_2H_4 \cdot OH$, от которых Вюрц получил и эфиры. Также Штеделером и Фиттигом был получен пинакон и от гидрата $C_6H_6O \cdot 7H_2O$. Глицерин был получен впервые в 1779 г. Шееле, затем исследован в 1812 г. Шеврелем, а к 60-м годам были известны по работам Лоренса, Вюрца, Ребу, Гобля и Вертело разные его эфиры, ангидрид, окись; и существовало мнение, что глицерин возможно будет синтетически получить из пропилена. Эритрит определялся совершенно правильно, как 4-атомный спирт $C_4H_6(OH)_4$, маннит—как 6-атомный спирт $C_6H_{14}O_6$, хотя он и относился уже к сахаристым веществам; рядом с маннитом ставился также меламипирит $C_6H_{14}O_6$. Особняком стояли и не совсем были поняты кверцит из дуба $C_6H_{12}O_5$, пинит из сосны $C_6H_{12}O_5$ и группа инозита, сорбина и эвкалина, все три отвечающие формуле $C_6H_{12}O_6$.

Но особенно останавливали на себе внимание фенолы, обладающие в одно и то же время и спиртовыми и кислотными свойствами. При окислении, в отличие от спиртов, они не давали ни альдегидов, ни кетонов, что очень озадачивало исследователей, и все это оставалось до бензольного кольца Кекуле большой загадкой. Простейший фенол был получен Рунге и Лораном из смол каменного угля и дерева, из него были получены нитрофенол, затем изонитрофенол (Фрицше), двунитрофенол и, наконец, пикриновая кислота, которую Фрицше же в 1857 г. предложил для выделения ароматических углеводородов, а техника того времени использовала, как прибавку к пиву, для горечи,

вместо хмеля. Крезол был получен Вильямсоном и Ферли, затем Глазивецом и Рейхенбахом. Тимол получили Волькель и Варентрап из тминного масла, Гейнц — из индийского масла.

Еще более странным казался салигенин, который при отщеплении воды давал салиретин, представлявший собой, как думали, изомер бензойного альдегида.

Из двухатомных фенолов были известны пирокатехин и гидрохинон, которые считались „истинными ароматическими гликолями“, но в ряд с ними ставился и фурфурол $C_5H_4O_2$ (параллельно $C_6H_6O_2$), который был исследован Жераром, Шваннертом и Шульцем. Точно так же, хотя и были получены, но не были совершенно уяснены—стифниновая кислота и „анисовый спирт“ $C_8H_{10}O_2$.

Из более сложных веществ были известны орсин и анизол, но относительно последнего писалось, что еще неизвестно, существует ли полное тождество между тем анизолом, который получается из анисовой кислоты, и тем, который получили из гаультерового масла, и тем, наконец, который должен получиться при действии иодистого метила на C_6H_5ONa.

Альдегиды до 60-х годов совсем трудно поддавались объяснению; исходя из того факта, что они при окислении присоединяют кислород, как углеводороды, их часто трактовали как соединения, „принадлежащие к типу водорода“. Начало исследований альдегидов восходит к Доберейнеру и Либиху. Телами, из которых происходят альдегиды, считались олефины; например, уксусный альдегид C_2H_4O рассматривался как продукт, ведущий свое начало от этилена C_2H_4, который по отношению к нему назывался его „первоначальным телом“. Получаемые из олефинов окиси, изомерные альдегидам, но весьма отличающиеся от них по своим свойствам, еще более запутывали дело. Но практически хорошо разбирались в том, что если, с одной стороны, альдегиды получаются окислением алкоголей, особенно по Бабо, в присутствии окисла Cr_2O_3, то, с другой стороны, их можно получить также восстановлением кислот или их солей, например, путем накаливания с муравьинокислым калием по уравнению, которое теперь редко приводится в руководствах, а именно:

$$H \cdot COOK + R \cdot COOK = CO_3K_2 + R \cdot COH.$$

В ароматическом ряду эту реакцию исследовали Пириа и Лимприхт. Также, исходя из кислот, указал особый метод получения альдегидов и Кольбе, переходя через ацидные нитрилы:

$$R \cdot COOH \rightarrow R \cdot COCl \rightarrow R \cdot CO \cdot CN \rightarrow R \cdot COH + HCN$$

(действ. H in st. nasc.).

Из углеводородов и их двугалоидных производных с обоими галоидами при одном и том же углеродном атоме получили альдегиды

Викке, Энгельгардт и Тютчев, обрабатывая указанные двугалоидные соединения влажной окисью серебра. Энантовый альдегид был получен при сухой перегонке касторового масла; также указывалось получение альдегидов из белков при окислении (Гуккельбергом и др.).

Но в то же время с точки зрения „пределов" или „стадий" альдегиды казались, сравнительно с алкоголями и кислотами, гораздо более загадочными, ибо в то время как, напр., аллиловый спирт ясно отстоял дальше от предела, чем пропиловый, так же, как кротоновая кислота была ясно более ненасыщенной, чем масляная,— в ряду альдегидов даже продукты, происходящие из предельных алкоголей, оказывается, были способны присоединять водород и кислород, т. е. являлись как бы непредельными. Менделеев пишет по этому поводу:

„Вопрос о том, относится ли альдегид к той же стадии, как и спирт (из которого он образуется) и кислота (в которую он превращается при окислении), или к низшей — до сих пор решить довольно трудно". Что касается алкоголей, то было ясно, что „стадия" или близость к „пределу" или „способность к прямым соединениям" не меняется от замещения H на OH; относительно же альдегидов, в виду, повидимому, неясности природы карбонильной группы, состояние, в котором они находились в смысле их отношения к пределу, было туманно.

Далее, что касается реакций или превращений альдегидов, то из них были изучены к началу 60-х годов довольно многие, как-то: реакции восстановления в спирте Вюрца и Фриделя, реакции конденсации, как, например, C_2H_4O альдегида, кип. 22°, в „элальдегид" — $C_6H_{12}O_3$, кип. 94° — реакция Либена, реакция соединения альдегидов с NH_3 — Штеделера, реакция соединения их с бисульфитом натрия — Бертанини, реакция одновременного восстановления и окисления с KOH — Канниццаро, открытая в 1853 г., и такая же реакция, напр., с валерьяновым альдегидом в присутствии CaO — Фиттига, превращение альдегидов в галоидные производные с PCl_5 — Кагура, Лимприхта и Вюрца, превращения в ацетали Либиха, Стаса и Вюрца, превращение аммиачных производных альдегидов с H_2S в тиальдины, напр. $C_6H_{13}NS_2$ — Либиха и Вёлера, получение из альдегидов с Na, например, из энантола — $C_5H_8Na_2O$, превращение альдегидов в запаянной трубке с солями кислот в вещества резкого запаха, например, из уксусного альдегида — C_4H_8O или $C_8H_{16}O_2$, получение хлораля и бромаля, действие на альдегиды Na (о чем Д. И. Менделеев пишет, что „замещение H на металлы в альдегидах мало исследовано",—только в наши дни обнаруживается, что при этом образуются кетолы), уплотнение альдегидов со щелочами в альдегидные смолы, превращение альдегидов — с SO_3 — Энгельгардта, изменение под влиянием уксусного ангидрида, получение из гидробензамида с NH_3 соед. $C_{21}H_{18}N_2 \cdot 2C_2H_5J$ Бородина, а затем лофина.

Из непредельных альдегидов был получен Редтенбахером акролеин, который далее был изучен Гертелем и Картмелем.

Из двухатомных альдегидов был известен глиоксаль.

Из ароматических альдегидов были известны бензальдегид, куминовый альдегид, коричный, салициловый.

Бензальдегид или миндальное масло было изучено Либихом и Вёлером, затем превращение его в бензоин исследовано Зининым, получение из последнего бензила при окислении — тоже Зининым, превращение бензина в KOH и последующее получение стильбиновой кислоты $C_{14}H_{12}O_3$ — им же. Куминовый альдегид был открыт Траппом из семян водяной цикуты. Коричный альдегид был выделен из коричного масла Дюма и Пелиго, причем для этого альдегида даже было указано кристаллическое соединение с 1 мол. HNO_3, которое легко разлагается водой. Пириа получил этот альдегид по вышеуказанному способу из коричной кислоты с муравьино-известковой солью; синтез его произвел Киоцца нагреванием бензальдегида с уксусным альдегидом в присутствии HCl. Относительно салицилового альдегида существовали в высшей степени интересные предположения, показывающие еще раз, как мало знали до Кекуле бензольное кольцо; о нем писали: „весьма было бы важно для истории альдегидов узнать, может ли салициловая (или ей подобная) кислота образовать второй альдегид; ведь альдегид равен кислоте минус кислород. Но спрашивается, какой кислород отнимается от кислоты при переходе ее в альдегид? Типический или радикальный? Если типический (т. е. из водного остатка), то салициловая кислота $C_7H_4O(OH)_2$ способна дать два альдегида — кислый $C_7H_5O(OH)$ и средний C_7H_6O. Если отнимается радикальный водород, то салициловая кислота способна образовать только один альдегид $C_7H_4(OH)_2$. Второй альдегид салициловой кислоты, если он существует, вероятно, можно будет получить при нагревании салициловой кислоты с муравьиным калием. Вероятно, он будет сходен с салиретином или ему тождественен". Из всего этого видно, что салициловый альдегид совсем не связывался с фенолом, ибо о фенолах, как было сказано выше, было известно, что они альдегидов не дают.

Из других альдегидов был известен фурфурол, который был ясно определен Жераром, как альдегид пирослизевой кислоты, что потом было подтверждено Шваннертом и Шульцем.

Кетоны определялись то как сочетания альдегидов со спиртами, то как производные от сложных эфиров, например:

$$CH_3 \cdot COH \xrightarrow{+CH_3OH} CH_3 \cdot CO \cdot CH_3 + H_2O;$$
$$CH_3 \cdot COOCH_3 \xrightarrow{-O} CH_3 \cdot CO \cdot CH_3.$$

В последнем случае они противополагались альдегидам, как производным от кислот, за выделением из последних кислорода:

$$CH_3 \cdot COOH - O = \text{альд.};\ CH_3 \cdot COO \cdot CH_3 - O = \text{кетон.}$$

По поводу же первого определения писали, что они не „истинные" сочетания альдегидов со спиртами, ибо не способны легко распадаться

обратно на альдегиды и спирты; вероятно, образование их идет „особым родом замещения, сходным с металептическим".

Указывали, что кетоны метамерны альдегидам, например:

$$CH_3 \cdot CO \cdot C_2H_5 \text{ и } C_3H_7 \cdot COH; \; CH_3 \cdot CO \cdot C_3H_7 \text{ и } C_4H_9 \cdot COH$$

и называли часто их, как теперь мы называем, только альдегиды, терминами с окончанием „аль" — бутираль, валераль. К этому прибавляли, что „исследование кетонов весьма затруднительно, потому что все они образуются часто вместе и, имея сходные свойства, трудно отделяются друг от друга".

Первый кетон — ацетон — был получен еще в XVI столетии путем перегонки свинцового сахара. К 60-м годам получил ряд кетонов из кислот английский химик Вильямсон, а ароматический кетон-бензофенон — Шансель. Фрейнд описал способ получения кетонов из цинкэтила с хлорангидридами кислот. Олевинский в 1861 г. указал, что кетоны можно получать и прямо из альдегидов при действии на металлические производные альдегидов, например C_2H_3ONa-иодюрами в запаянной трубке, что идет с одновременным образованием сложных эфиров. Указывали также, что можно получать кетоны, исходя из ангидридов кислот, нагревая их со щелочами, например:

$$\begin{matrix} CH_3CO \\ CH_3CO \end{matrix} \Big\rangle O = CH_3COCH_3 + CO_2.$$

Из отдельных кетонов были известны: ацетон, мезитилоксид, форон, камфора как *a*-, так и *b*-, которую однако считали соединением, подобным альдегиду. Из дикетонов были известны: дибутирил $(C_4H_7O)_2$, полученный Фрейндом из бутирил-хлорида с Na; нечто подобное получил и Олевинский, действуя на Na-производное валерьянового альдегида хлорангидридом уксусной кислоты. Из ароматических кетонов были известны: бензофенон или „бензон", который считался сочетанием из бензальдегида и „ароматического спирта", что основывалось, между прочим, на легком превращении бензальдегида в бензоин и далее в бензил, открытый Зининым. Из более сложных кетссоединений был известен ализарин $C_{10}H_6O_3$, с которым рядом ставился пурпурин $C_9H_6O_3$, но типический характер обоих этих соединений был неизвестен, и только знали, что оба они при окислении превращаются во фталевую кислоту $C_8H_6O_4$.

Из превращений кетонов были известны: восстановление, переводящее кетоны в спирты, но отмечалось, что какие при этом образуются спирты — неизвестно: те ли, которые получаются при восстановлении из альдегидов, или только изомерные им; далее — была изучена реакция действия PCl_5 на ацетон, в результате чего было полу-

чено два продукта — $C_3H_6Cl_2$ и C_3H_5Cl, — уплотнение кетонов, давшее из ацетона мезитилоксид и форон, исследованные Кане и Фиттигом; интересно, что при кетонах, в частности при камфоре, наблюдали образование комплексных соединений с HCl и SO_2, которые далее обратно разлагали водой.

Из особых кетонов был известен также хинон, открытый Воскресенским окислением хинной кислоты; из него был получен хлоранил $C_6Cl_4O_2$, затем — хингидрон.

V

Сведения о кислотах, их производных, об одноосновных и многоосновных кислотах, об амино- и оксикислотах, о кетокислотах.

Кислоты из всех соединений выделялись и большей изученностью и большим количеством представителей. Собственно можно сказать, что главной канвой, на фоне которой были описаны все другие соединения, являлись именно кислоты. После некоторых вступительных пояснений, именно ими начинается систематическое изложение органической химии в первых же двух главах, а главы 3-я, 4-я, 5-я и 6-я даже названия свои получают по описываемым в них кислотам, и только после описания кислот идут сведения о спиртах, эфирах, углеводородах и металлоорганических соединениях.

Относя все кислоты к типу воды, их, — как одноосновные, так и двухосновные, трехосновные и т. д. — распределяли на подгруппы типов простейшей, удвоенной, утроенной и т. д. системы воды следующим образом:

I. Одноосновные кислоты:

Прост. тип $\left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ H \end{matrix}\right\} O$ Уксусная $\left.\begin{matrix} C_7H_5O \\ H \end{matrix}\right\} O$ Бензойная

Удвоенн. тип $\left.\begin{matrix} C_3H_4O \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Молочная $\left.\begin{matrix} C_7H_4O \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Салициловая

Утроенн. тип $\left.\begin{matrix} C_3H_3O \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$ Глицериновая

II. Двухосновные кислоты:

Удвоенн. тип $\left.\begin{matrix} C_4H_4O_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Янтарная $\left.\begin{matrix} C_8H_4O_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Фталевая

Утроенн. тип $\left.\begin{matrix} C_4H_3O_2 \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$ Яблочная

Учетвер. тип $\left.\begin{matrix} C_4H_2O_2 \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$ Винная

III. Трехосновные кислоты

Утроенн. тип — представители не были известны.

Учетвер. тип $\left.\begin{matrix} C_4H_4O_3 \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$ Лимонная

$\left.\begin{matrix} C_7O_3 \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$ Меконова

К этой системе Кекуле сделал замечание, что „основность органических кислот (т. е. число паев водорода, легко замещаемого металлами) равно числу паев кислорода в их радикале.“ Но Д. И. Менделеев возразил, что это правило не оправдывается, ибо есть целый ряд кислот, например кетокислоты, у которых основность не совпадает с количеством кислородных атомов в радикале.

Кроме простейших кислот и оксикислот были также известны аминокислоты, кетокислоты, тиокислоты.

Первые главнейшие этапы в изучении кислот были следующие: простейшие кислоты — муравьиная, уксусная — были известны еще до XVIII века; в конце XVIII в. шведский химик Шееле получил целый ряд новых кислот, в том числе оксикислоты и ароматические кислоты; Шеврель в 1814 г. открыл масляную кислоту и стеариновую кислоту в жирах, Кагур в 1846 и 1849 гг. дал способ получения хлорангидридов кислот действием на последние PCl_5, что потом осуществил Бешан и с PCl_3; Жерар в 1852 и 1853 гг. прибавил к этому метод получения хлорангидридов из солей кислот с $POCl_3$, подчеркнув при этом теоретическое и практическое значение этих соединений; он же получил и ангидриды кислот путем действия хлорангидридов на соли; затем Вертело пошел дальше в замещении и получил из масляного бромангидрида C_3H_7COBr трехгалоидное производное $C_3H_7 \cdot CCl_2Br$, что потом Шишков и Розинг проделали и с хлористым бензоилом C_6H_5COCl, получив из него $C_6H_5CCl_3$; Дюма изучил галоидозамещенные кислоты с хлором в радикале, из которых затем были получены оксикислоты, например, из Cl и уксусной — гликолевые, из Cl и пропионовой — молочная (Гофман, Кекуле, Руппа, Перкин), а Кольбе, Лаутеман, Мельсан указали метод обратного превращения оксикислот в простейшие незамещенные кислоты, получив из молочной кислоты пропионовую кислоту; позже Шютценбергер заместил на хлор даже водород карбоксила, получив из уксусной кислоты $CH_3 \cdot COOCl$ изомер хлоруксусной кислоты; затем, в 1847 г., Дюма, Малагути и Леблан получили амиды кислот из аммониевых солей кислот, а Штреккер изучил соли этих амидов с HCl и HNO_3: Персо в 1838 г. показал, что при накаливании солей кислот со щелочами они разлагаются с выделением углеводородов, напр., из уксусной кислоты получается метан, а Кольбе в 1849 г. открыл реакцию разложения солей кислот гальваническим током, получив в результате из двух молекул уксусной кислоты — углеводород

этан; Франкланд и Кольбе в 1847 г. описали образование кислот из нитрилов, Бородин путем бромирования Ag солей масляной и валерьяновой кислоты получил из них более высокие оксикислоты — гомологи гликолевой и молочной кислот. Мельсан в 1842 г., а затем Гофман и Бугтон в 1859 г. действием нордгаузеновской серной кислоты на амиды и нитрилы кислот получили сульфокарбоновые и чистые сульфокислоты, как, напр., $CH_2(SO_3H)COOH$ и $CH_2(SO_3H)_2$, показав, что SO_3 вытесняет CO_2 из кислот, чего не найдешь даже в современных учебниках; к 60-м гг. были изучены также многие сложные эфиры от разных кислот и их естественные представители — жиры, которые в 1854 г. были даже синтезированы Бертело.

Относительно первой — муравьиной кислоты — было известно, что она „дает соли, но ни хлорангидрид ее $HCOCl \cdot (CO + HCl)$, ни ангидрид $(HCO)_2O$ (что изображалось сложением $2CO$ с $1H_2O$) ни хлоркислота $Cl \cdot COOH$, ни сульфокислота $(SO_3H)COOH$ (что выражалось сложением CO с H_2SO_4), ни альдегид $H \cdot COH$ (т. е. $CO + H_2$), ни кетон CH_2O — как писалось — не известны". Но NH_4 — соль муравьиной кислоты уже была получена; Пелуз показал, что при 160° она разлагается на яд HCN и H_2O, а Гофман в 1863 г., нагревая ее до 100° в эфире, получил из нее амид $H \cdot CONH_2$.

Большое количество разнообразных работ было проведено с уксусной кислотой, для которой были получены самые разнообразные производные.

Из других простейших жирных кислот больше всего производились работы с масляной и валерьяновой, что указано выше.

Из отвечающих этим кислотам непредельных кислот некоторые уже были известны, но по поводу кислоты от уксусной просто делалась заметка, что она „неизвестна"; правда, были уже догадки и о невозможности ее существования, но совсем не по тем соображениям, какие приводим мы теперь, исходя из теории строения и теории двойной связи, которых тогда еще не было, а из того обстоятельства, что такая кислота по ее общему составу не может распадаться на 2 кислоты, из которых одна есть уксусная. Это основание черпалось из наблюдения над распадом других непредельных кислот при сплавлении с KOH, что протекало, напр., для акриловой кислоты, по уравнению:

$$CH_2 : CH \cdot COOH + 2KOH = H \cdot COOK + CH_3COOK + H_2.$$

Конечно, такое соображение не имеет общего характера и только случайно вывод оказался правильным.

Далее описывалась ангеликовая кислота $C_5H_8O_2$ ряда $C_nH_{2n-2}O_2$, для которой Жерар получил и ангидрид. Среди гомологов ангеликовой кислоты указывались пригорело-теребиновая кислота $C_6H_{10}O_2$, дамалуровая $C_7H_{12}O_2$, морингиновая $C_{15}H_{28}O_2$, гипогеиновая $C_{16}H_{30}O_2$, олеиновая $C_{18}H_{34}O_2$, для которой указывалось, что она с KOH расщепляется

на пальмовую и уксусную, донглиновая кислота $C_{19}H_{36}O_2$, эруковая $C_{22}H_{42}O_2$, от которых олеиновая кислота может быть отделена на основании растворимости ее в Pb- соли в эфире; к этому же ряду присоединялась и камфиновая кислота, которая, по мнению Вертело, происходила из камфоры так же, как бензойная кислота из бензальдегида, одновременно с образованием соответствующих спиртов, т. е. по Канниццаро.

Далее шла сорбиновая кислота $C_6H_8O_2$, ряда $C_nH_{2n-4}O_2$, полученная Гофманом из сока рябины, относительно которой Д. И. Менделеев писал, что „весьма было бы интересно исследовать газ из нее, и если он есть именно C_5H_8, то это был бы полимер терпентинного масла $C_{10}H_{16}$ и гомолог (?) ацетилена“ (знак вопроса к последнему выводу поставлен самим Д. И. Менделеевым).

Относительно кислот порядка $C_nH_{2n-6}O_2$ замечалось, что они почти неизвестны.

Аминокислоты были получены, вначале из белков, еще в 1820 г. Браконно при гидролизе белков серной кислотой и щелочью, причем им был выделен гликокол; затем, Бопп тем же путем выделил из белков лейцин; синтетически получил гликокол из хлоруксусной кислоты с NH_3 Кагур; позже, именно в 1850 г., Штреккер открыл свой известный метод получения аминокислот из альдегид-аммиаков с HCN и HCl на примере синтеза Аланина, что потом Лимприхт применил и к валерьяновому альдегиду, получив из него синтетически лейцин.

При действии на гликокол бензойной кислоты в трубке Дессень получил гиппуровую кислоту, которая была известна со времени работ Либиха в 1829 г. над выделением ее из жидких отбросов травоядных; Фостер синтетически получил и метамер гиппуровой кислоты, исходя из оксибензойной кислоты и гликокола; Гмелин и Штреккер уподобляли гиппуровой кислоте и гликохолевую кислоту $C_{26}H_{43}NO_6$ и таурохолевую $C_{26}H_{45}NO_7S$ при действии азотистой кислоты на гликокол — и аланин, Штреккер же получил гликолевую и молочную кислоты; при накаливании аминокислот со щелочью Лимприхт и Кагур получили при выделении CO_2 отвечающие этим кислотам спирты.

Из более сложных аминокислот была известна аспарагиновая кислота, открытая Вокеленом еще в 1805 г.; из нее Пириа при действии азотистой кислоты получил яблочную кислоту.

Оксикислоты, как было сказано выше, были получены как из галоидозамещенных кислот, так и из альдегидов с HCN и из аминокислот с HNO_2.

Над этими соединениями работали Гофман, Кекуле, Перкин, Дуппа, Лаутеман; последний в 1860 г. показал и условия, в которых оксикислоты переходят обратно в соответствующие им незамещенные кислоты.

Первая из оксикислот — гликолевая — была получена Вюрцем путем окисления гликоля; затем, она же была получена Штреккером и

Соколовым в 1851 г. из гликокола с азотистой кислотой; Дебус дал метод получения ее из винного спирта с HNO_3. Штреккер в 1848 г. получил также бензогликолевую кислоту, обработав гиппуровую кислоту действием NO; эфир гликолевой кислоты — гликолид — был получен Дессенем из тартроновой кислоты при нагревании последней до 180°, причем этому гликолиду давалась упрощенная форма CH_2OCO, в каковом виде она считалась изомером глиоксаля СОН·СОН. Молочная кислота была получена впервые Шееле еще в XVIII в.; затем Штреккер получил ее из аланина с HNO_2. Вюрц получил ее окислением пропиленгликоля; от нее были получены следующие производные: лактид $C_3H_4O_2$ с темп. пл. 100°, хлорангидрид, полученный Вюрцем, соль $C_3H_4Na_2O$, полученная Вислиценусом, оловянная соль, с замещением на олово обоих активных водородных атомов $C_3H_4SnO_3$, изученная Брюнингом, эфиры ее — простейший, полученный Штреккером, и второй, полученный Вюрцем. Изомер молочной кислоты, с иным положением спиртовой группы, рассматривался как „кетонная кислота“ в отличие от настоящей молочной кислоты, как „альдегидной кислоты“, что вносило путаницу в представления. Было ясно, что мясомолочная кислота, полученная Либихом из мясного экстракта, изомерна обыкновенной молочной кислоте брожения, полученной Шееле из кислого молока, но в чем состояла эта изомерия — было непонятно; в то же время Штреккер показал, что при нагревании до 140° мясомолочная кислота переходит в ангидрид обыкновенной молочной кислоты. На третьем месте среди оксикислот стояла глицериновая кислота $C_3H_3(OH)_3$, полученная Дебусом и Соколовым в 1858 г., но она еще была мало исследована, хотя Бейльштейн показал, что ее можно перевести в аллиловую или акриловую кислоту $C_3H_4O_2$.

Эфиры гликолевой и молочной кислот изучали Вислиценус, Штреккер, Вюрц, Гейнц, Вертело.

Из высших кислот были известны: маннитовая (Горун-Безанец) и сахарная $C_6H_{10}O_6$ (Гарт и Глазивец).

Кетокислоты были известны под названием пирокислот или пригорело-кислот — названия, введенные Пелузом и Ребике; представителями их были пригорело-виноградная кислота $CH_3CO \cdot COOH$ или $C_3H_4O_3$, полученная Берцелиусом, и пригорело-винная $C_5H_8O_4$, полученная Розе, рядом с которыми ставили пиромеконовую $C_5H_4O_3$ и ее изомер — пирослизевую, не разбираясь в том, что они относятся совсем к другому ряду.

К этой группе относили также себациновую кислоту $C_{10}H_{18}O_4$ из олеиновой кислоты и из рицинола с КОН под названием „пригорело-олеиновой“, и роцелловую $C_{17}H_{32}O_4$, полученную из лишаев. Что это были за кислоты — в сущности оставалось неизвестным; это можно видеть из следующих слов Д. И. Менделеева: „Почти не известны ни гомология пригорелых кислот, ни отношение их к спиртам;

часто даже неизвестны никакие другие производные, кроме солей*. Некоторые из кетокислот относились к другим порядкам, например — оксикислот. Такова была, например, мезоксалевая $C_3H_2O_5$, которая считалась аналогом яблочной кислоты.

Из двухосновых кислот жирного ряда еще с конца XVIII в. была известна, прежде всего, щавелевая кислота, о которой Шееле в 1784 г. говорил, что получается она как из природных солей, так и из сахара, при окислении. В 1817 г. для нее был получен Баугофом амид, послуживший Дюма для развития общего представления об амидах; неполный амид — или оксаминовая кислота — была получена Балардом; затем, разными другими амидами по типу амидов щавелевой кислоты занимались Лоран, Малагути, Леблан, Кольбе, но особенно внимательно типические реакции амидов и их отношения к другим соединениям исследовал Жерар.

Малоновая кислота была получена Дессенем из яблочной с Cr_2O_8. Янтарная кислота была получена в конце XVIII в. при сухой перегонке янтаря; позже Шмидт и Дессень описали способ получения янтарной кислоты из винной и яблочной с HI и PI_3; ангидриды же и хлорангидриды янтарной кислоты еще не были известны; в 1860 г. Перкин и Дуппа, а также Кекуле получили двубромоянтарные кислоты; Лоран и Жерар получили из сукцинимида соль $C_4H_4Ag_2O_2N$, а из нее опять регенерировали имид; из серебряной соли с хлористым сукцинилом был получен далее трисукцин-амид $(C_4H_4O_2)_3N_2$; ко всему этому добавлялось, что ни первый, ни второй альдегиды янтарной кислоты, ни отвечающие ей кетоны не были получены.

Синтетически янтарную кислоту получили из цианистого этилена, а так как яблочная и винная кислоты являются ее производными, то было сделано заключение, что, исходя из янтарной кислоты, можно получать одни из самых сложных органических кислот, сводя при этом синтез на искусственное получение соединений из элементов; так как этилен и цианистую кислоту умели уже получать из углерода, водорода и азота.

Из более высоких двухосновных кислот была известна пробковая $C_8H_{14}O_4$, лепаргиновая $C_9H_{16}O_4$, себациновая $C_{10}H_{18}O_4$, из которых при накаливании с едким баритом были получены соответствующие углеводороды C_6H_{14}, C_7H_{16} и C_8H_{18}. Лоран в 1837 г. и Арне и Вюрц в 1857 г. высказали общее положение, что все двухосновные высшие кислоты могут быть получены окислением жиров и жировых кислот.

Из непредельных двухосновных кислот были известны полученные из яблочной малеиновая и фумаровая, которые разделялись по степени растворимости их Ag-солей, а затем цитраконовая и итаконовая, полученные из лимонной кислоты; к ним же относили и камфорную кислоту $C_{10}H_{16}O_4$.

Оксипроизводные двухосновных кислот, особенно яблочная и винная, возбуждали большой интерес и исследовались в самых разнообраз-

ных направлениях; но интересовались и тартроновой кислотой $C_3H_4O_5$, рядом с которой, впрочем, ставили также кислоты кроконовую $C_5H_2O_5$ и холевую или холалевую $C_{24}H_{40}O_5$, считая все их кислотами одного и того же порядка.

Из винных кислот обыкновенная или d-кислота была известна еще в XVIII в.; в 1859 г. Либих получил ее и искусственно, путем окисления молочного сахара. Вторая — паравинная или виноградная — была открыта в 1822 г. Кестнером, причем ему удалось выделить ее из смеси с винной кислотой при помощи $CaCl_2$, который дает только именно с ней нерастворимый осадок, тогда как винная кислота остается в растворе; затем она была получена также из винной при нагревании последней с цинхонином, что было проделано Пастером; наконец, ее получил также Карлэ из разных природных сахаристых веществ, причем ни на кристаллах самой кислоты, ни на кристаллах многих ее солей не оказалось никаких гемиэдрических площадок; разложена она была Пастером на d- и l-винные кислоты еще в 1849 г., в результате чегв оказалась полученной и третья l-кислота. Четвертая кислота, полученная Перкиным, Дуппа и Кекуле из янтарной кислоты, оказалась не делящейся на d и l-кислоты. Кроме этих четырех винных кислот принимались также и некоторые еще, напр. метавинная и др., но они были плохо охарактеризованы.

Из многоосновных оксикислот была известна лимонная, открытая Шееле; Пебаль получил от нее хлорангидрид; затем путем отщепления воды она была переведена Дальштремом в аконитовую кислоту $C_6H_6O_6$, которая считалась „метамерной" малеиновой и фумаровой. Рядом с лимонной ставилась меконовая кислота $C_7H_4O_7 + 3H_2O$, полученная Сертурнером из опиума, которая за выделением CO_2 переводилась в коменовую $C_6H_4O_5$, и дезоксалевая кислота $C_5H_6O_8$, полученная Левигом из этилового эфира щавелевой кислотой с металлическим Na.

Ароматические кислоты понимались как то своебразно, что объясняется, конечно, неразгаданностью природы ароматического кольца. Исходя из состава бензойной кислоты и не предполагая присутствия в ней ароматического шестичленного цикла, полагали, прежде всего, что у нее должны быть и более простые гомологи, которые рисовались в виде следующего ряда:

$C_7H_6O_2$	$C_6H_4O_2$	$C_5H_2O_2$
Бензойная кисл.	Гомолог бенз. кисл.	Простейший гомолог

Этот ряд получался из бензойной кислоты путем вычета гомологической разницы CH_2 один раз и два раза. О низшем гомологе писали, что он не известен; за второй гомолог принимали кислоту, получаемую при окислении клея и белковых веществ, прозванную колловой кислотой. Самую же бензойную кислоту получали или из смолы сти-

ракса, или, по Мору, возгонкой из ладана, почему ее иногда называли росполаданной.

Превращения бензойной кислоты были изучены довольно широко; так, ее умели переводить в бензальдегид, получая в первую очередь хлорангидрид кислоты, а затем, обменивая в последнем хлор на цианистую группу с последующим восстановлением при помощи СиН₂ ацидного нитрила в альдегид, умели перейти от нее к трихлориду $C_6H_5 \cdot CCl_3$, по Шишкову и Розингу; получали из нее со времен работ Лимприхта и Услара 1857 г. сульфокислоту $C_6H_4(SO_3H) \cdot COOH$, подвергая ее следующим оригинальным превращениям:

$$C_6H_4\langle{}^{SO_3H}_{COH} \xrightarrow{PCl_5} C_6H_4\langle{}^{SO_2Cl}_{COCl} \xrightarrow{300^\circ} C_6H_4\langle{}^{Cl}_{COCl} + SO_2$$

По положению хлора получались при этом изомеры — у Лимприхта с т. пл. 140°, у Кольбе — 152°, что затем проверил Грисс путем прямого охлорения бензойной кислоты; продукты эти потом исследовались Киотцей в 1852 г., Кольбе и Лаутеманом в 1860 г. При восстановлении хлорбензойной кислоты амальгамой натрия получили, как думали, изомер бензойной кислоты, который прозвали салиловой кислотою.

Из нитропроизводного бензойной кислоты получили аминокислоту, которую назвали оксибензаминовой, а от последней перешли к оксибензойной — изомеру салициловой кислоты; эти превращения аминосоединений, сопровождающиеся выделением азота, изучали Пириа, Гунт, Штреккер, Риш, Герланд, пока Грисс не получил и промежуточных диазосоединений формулы $C_{14}H_{11}N_3O_4$, что можно представить развернуто следующим образом; $NH_2(COOH)C_6H_3 \cdot N:N \cdot C_6H_4 \cdot COOH$, откуда Гриссу же удалось получить опять-таки Cl -, Br - и J - производные бензойной кислоты. Кроме того, Br-производные бензойной кислоты специально изучал и Пелиго.

Все оксикислоты, различавшиеся по реакции с $FeCl_3$, делились на три порядка: порядок салициловой кислоты, оксибензойной, анисовой. Салициловую кислоту получил впервые Пириа в 1838 г.; анисовую кислоту и нитропроизводные от нее изучали Зинин и Лоран, а также Кагур; параллельно оксибензойной кислоте были известны также: крезотиновая — $C_8H_8O_3$ и тимотиновая — $C_{11}H_{14}O_3$.

Проследили также, что в организме салициловая кислота превращается в салицилуровую $C_2H_4(C_7H_5O_2)NO_2$, анисовая — в анизуровую $C_2H_4(C_8H_7O_2)NO_2$ — подобные гиппуровой.

Рядом с феноло-бензойными кислотами была известна и так называемая формобензойная кислота или миндальная $C_6H_5 \cdot CH(OH) \cdot COOH$, полученная из бензальдегида.

Кагур получил также оксикуминовую кислоту $C_{10}H_{12}O_3$ и оксикуминаминовую $C_{10}H_{13}NO_2$.

Из бензальдегида же с хлорангидридом уксусной кислоты была получена Бертанини, при нагревании до 120°, и коричная кислота; сообщалось также, что будто бы Гарницкому удалось получить эту же коричную кислоту путем взаимодействия бензойно-баритовой соли с C_2H_3Cl. Эта же кислота была получена из стирацина, являющегося эфиром коричной кислоты с отвечающим ей спиртом стироном. Весьма интересно, что тогда же было констатировано, что нитропроизводное салициловой кислоты реагирует как настоящая двухосновная кислота, что объясняли влиянием группы NO_2 на характер оксигруппы. Глазивец получил также гомолог салициловой кислоты — флоретиновую кислоту $C_9H_{10}O_3$ из флорицина яблонь, где эта кислота находится в сочетании с флороглюцином.

Как оксикислоте, коричной кислоте соответствует кумаровая кислота $C_9H_8O_3$, от которой в качестве ангидридного соединения получается кумарин $C_9H_6O_2$, открытый Гюнбуром в цветах донника.

К фенолокислотам относились также: веротриновая кислота $C_9H_{10}O_4$, карбогидрохиноновая $C_4H_6O_4$ и так называемая орешковая кислота или галловая $C_7H_6O_5$, из которой была получена и руфигалловая $C_7H_4O_4$; о последней были смутные представления — ее отношение к галловой кислоте уподобляли отношению фумаровой кислоты к яблочной.

Из многоосновных ароматических кислот знали фталевые кислоты, гомолог их — ивсолиновую кислоту $C_9H_8O_4$, полученную окислением из куминового масла, а также—медовую кислоту.

Из других кислот знали хинную кислоту $C_7H_{12}O_6$, полученную Воскресенским в 1838 г., пирослизевую кислоту, о которой было сказано выше, меконовую, холевую и холановую, но в этих кислотах разбирались еще хуже, чем в ароматических.

Жировые вещества в основе были известны уже со времени Шеврёля; помимо обыкновенных жировых веществ пищевых продуктов знали давно и высыхающие масла; ставили даже вопрос о сущности процесса высыхания, но, все-таки, общие знания жиров ограничивались фактически лишь выделением из них олеина, и то не в чистом виде, и далее — стеарина и маргарина.

VI

Углеводы. Пектиновые вещества. Гуминовые вещества. Белки. Гетероциклы. Алкалоиды.

Типом сахаристых веществ правильно считалась глюкоза $C_6H_{12}O_6$, но химическая природа ее еще не была как следует определена; даже Вертело считал ее шестиатомным спиртом, и утверждал, что она дает высший эфир с шестью остатками кислот; в качестве примера приводилась гексаацетилглюкоза. Рядом с глюкозой в качестве более предельного сахара ставился маннит, из которого, как указывали, глюкоза

может быть получена брожением с разными белковыми веществами, сыром и мелом, и в которой, с другой стороны, глюкоза может быть восстановлена, как показал Линнеман, металлическим натрием. Таким образом, глюкоза $C_6H_{12}O_6$ считалась как бы непредельным сахаром, а маннит $C_6H_{14}O_6$ — предельным сахаром.

Так как глюкоза принималась за „центр для всех сахаристых веществ“, то, естественно, что и на все другие углеводы переносились те же основные представления, как на вещества чистой спиртовой природы.

Низшими гомологами сахаристых веществ считались гликол и глицерин, из которых первый получался синтетически из этилена, а второй, как предполагали, можно легко синтезировать из пропилена; и так как оба эти непредельных газа получались непосредственно из угля, то думали, что скоро удастся синтезировать прямо из элементов все сахаристые вещества. И даже одним из таких синтезов уже считали синтез Лёвига, который исходил из щавелевого эфира, и, действуя на него натрием, получал сахаристое вещество и дезоксалевую кислоту; это сахаристое вещество было, по определениям, весьма сходно с глюкозой. Д. И. Менделеев по этому поводу замечает: „несомненно, что при этом сахаристое вещество образовалось из элементов углекислоты и этилового спирта, тем более, что оно легко распадается на соединения этих обоих родов“.

Еще Био показал, что сахар отклоняет плоскость поляризации; Дебренфо произвел подробные определения этого отклонения; в то же время Петтенкофер разработал методику открытия малых количеств глюкозы на основании калориметрической пробы с гликохолевокислым натрием и крепкой H_2SO_4.

Сахар с левым вращением, в отличие от обыкновенной глюкозы, получил название левулёзы и был известен как „некристаллизующийся сахар“. Но говорили, что с водой этот сахар легко переходит в глюкозу.

В группу сахаров, кроме маннита, ставили и другие многоатомные соединения, как эритрит $C_4H_{10}O_4$, сорбин $C_6H_{12}O_6$, эвкалин $C_6H_{12}O_6$, инозит $C_6H_{12}O_6$, кверцит $C_6H_{12}O_5$, пинит $C_6H_{12}O_5$, мелампирит $C_6H_{14}O_6$.

Жели сообщал, что при нагревании глюкозы образуется вещество, весьма сходное с сахаридом $C_6H_{10}O_5$.

Тростниковый сахар, который был открыт задолго до 60-х годов XIX столетия Маркграфом в свекловице — $C_{12}H_{22}O_{11}$, считался простым ангидридом, подобным эфиру, из простейших сахаров; полагали, что он представляет собою сочетание из правой и левой глюкозы, как шестиатомных спиртов; распад этого сахара исследовал в 1847 г. Дебренфо; в 1859 г. Жели установил, что он в результате переходит в сахарид и глюкозу.

Второй сложный сахар — молочный — был исследован еще меньше; по действию на него феллинговой жидкости говорили, что он на каждые

C_{12} отнимает $3^1/_2$ пая кислорода, тогда как глюкоза, считая тоже на C_{12}, отнимает 5 паев кислорода.

Глюкозиды рассматривались как сочетания сахаров с кислотами, т. е. чем-то вроде сложных эфиров, хотя на примере амигдалина видели, что он состоит из глюкозы и бензальдегида с HCN (или муравьиной кислоты и NH_3).

Крахмалистые вещества понимались тоже как ангидриды многоатомных спиртов; исходя из того обстоятельства что при гидролизе они давали вначале декстрины, а затем глюкозу, полагали, что по формуле глюкозы $C_6H_{12}O_6$ декстрину следует дать формулу $C_{12}H_{20}O_{10}$, а крахмалу — $C_{18}H_{30}O_{15}$. Грэм указал на коллоидные свойства этих веществ.

Рядом с сахаристыми и крахмалистыми веществами ставились иектиновые вещества и камеди; пектины исследовал, между прочим, русский автор Ходнев, который показал, что с HCl они дают нечто вроде патоки; затем пектиновые вещества были связаны и с обыкновенным кристаллическим сахаром Фреми и Шенбродом, показавшим, что при обработке последнего белильной известью образуются тоже пектиновые вещества. Под именем же камедей разумелись вещества со свойствами кислот, способные вытеснять CO_2 из K_2CO_3 и получающиеся окислением сахаристых и крахмалистых веществ.

Обработкой крахмала азотной кислотой было получено взрывчатое вещество — ксилоидин.

Целлюлезы или клетчатки были получены не только из растений, но и из животных, именно — из асцидий; Швейцер в 1857 г. показал растворимость клетчатки в растворе гидрата окиси меди в аммиаке; Пайен заметил, что при этом от клетчаток остается некоторый остаток, который он счел посторонней примесью, тогда как Фреми высказался в том смысле, что может быть это зависит от разновидностей клетчаток; наконец, Шульце, предприняв очищение клетчаток действием бертолетовой соли и азотной кислоты, установил, что в разных породах деревьев заключается всего лишь около 50% собственно клетчатки, остальное же приходится на всевозможные загрязняющие вещества.

Путем нитрования клетчатки был получен взрывчатый продукт — пироксилин; исходя из того наблюдения, что последний при восстановлении не давал тело аммиачной природы, заключили, что пироксилин — не настоящее нитросоединение.

Гуминовые вещества считали продуктами, получающимися в природе из клетчаток; писали: „клетчатка и дерево, измененные от действия воздуха и влажности, содержат те гуминовые и ульминовые вещества, которые происходят из всех сахаристых веществ во многих обстоятельствах; поэтому эти вещества заключаются в почве и в торфе“.

Что касается белковых веществ, то понять их до 60-х годов было еще труднее, чем углеводы. Относительно природы их было распро-

странено мнение Гунта, полагавшего, что белковые вещества суть сочетания сахаристых веществ с NH_3, в которых часть кислорода замещена серою, и в этом роде давалась следующая формула для белков яйца и крови:

$$2C_5H_{10}O_5 + 3NH_3 - 6H_2O = C_{12}H_{17}N_3O_4$$

Для желатина давалась несколько измененная формула, но принципиально того же рода:

$$1C_6H_{10}O_5 + 2NH_3 - 3H_2O$$

Д. И. Менделеев к этому заметил: „противу мнения Гунта можно привести то, что NH_3 образует с сахаром вещества особого рода сочетанных соединений, открытых Тенаром, но не сходных с белковыми веществами". Тем не менее, экспериментальные наблюдения, сделанные в этом направлении, как будто говорили за гипотезу Гунта; так, Шютценбергер, действуя аммиаком на сахаристые вещества в запаянной трубке, получил азотистые вещества, сходные с белковыми; затем Жерар, Фишер и Бёдекер при нагревании раствора клеевых веществ с кислотами получили глюкозу; это, полагали, подтверждает, что белковые и клеевые вещества суть сочетания сахаристых веществ с аммиаком или каким-либо аммиачным производным, может быть — с мочевиной.

Но был и иной подход к белковым веществам, основывающийся на анализе их и на паевых отношениях их к едкому натру; по этой линии шел, например, Либеркрюн, который на основании указанных данных приписывал альбумину формулу $C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}$.

Из белковых веществ исследовались белки яиц разных птиц Фреми и Валенсьеном, белок крови — Робеном; Вюрц стремился получить из них наиболее чистую белковину; Мельсан изучал явления свертывания белков; Тенар пытался подойти к изучению продуктов распада белков.

В связи с белками изучали и явления брожения; над последними работали Митчерлих и Берцелиус, Траубе, Соссюр, Пастер. Особенно распространенной теорией брожения была теория Траубе, который в основе приписывал дрожжам способность расщеплять воду на водород и кислород, причем H, как указывалось, направляется к одной части бродящего вещества и переводит ее в спирт, а O — ко второй части вещества и переводит ее в CO_2.

Пастер к этому заметил, что при брожении образуются также и другие вещества, как то: янтарная кислота, глицерин и др. Объяснением явлений брожения занимались также: Гэй-Люссак, Каньяр-Латур, Тенар, Шван.

Что касается, наконец, гетероциклов и алкалоидов, то по ним были сделаны лишь самые первые шаги.

Из сложных гетероциклических систем всего более был известен индиго, но рассматривали его совершенно своеобразно, а именно как циано-салициловое сочетание; основанием для такого заключения служил тот факт, что при обработке индиго крепкой азотной кислотой из него получали нитро-салициловую кислоту, которую вследствие этого называли даже индиговой кислотой; в виду всего этого индиго описывалось при салициловой кислоте. Выражалось индиго упрощенной формулой (половинной по отношению к действительной), тогда как продукту его восстановления — белому индиго — давалась правильная формула, так что обратное окисление последнего выражалось уравнением:

$$C_{16}H_{12}N_2O_2 + O \rightarrow 2C_8H_5NO + H_2O$$

Белое индиго Синее индиго

Фрицше с КОН получил из индиго антраниловую кислоту, а перегонкой индиго получил анилин, который считался тогда алкалоидом. При окислении был получен из индиго и изатин, который при обратном восстановлении давал изатид.

Отдел алкалоидов начинался с 1803 г. — со времени выделения Дероном основного вещества из опия, каковые основания затем Сертурнер отметил и в целом ряде других наркотических веществ; действие алкалоидов, как наркотиков, описывали Пелетье и Каванту.

Из собственно алкалоидов были известны: кониин, хинин, цинхонин, морфин; к ним Фрицше прибавил еще гармалин $C_{13}H_{14}N_2O$ и гармин $C_{13}H_{12}N_2O$, но затем в их же группу были помещены: теобромин, выделенный Воскресенским из шоколадных бобов — $C_7H_8N_4O_2$, и полученный из него Штреккером при помощи Ag-соединения при 100° — теин; наконец, алкалоидами же считали: пиридин, пиколин, лютидин, коллидин.

Но все эти знания алкалоидов почти ограничивались выделением их из естественных сырьевых источников, без какого бы то ни было дальнейшего углубления в их химию.

Рассматривая все эти добытые к 60-м годам сведения в целом, нельзя не признать, несмотря на многие еще неясные стороны в них, что главнейшие рычаги для дальнейшего развития — основные аналитические и синтетические приемы — уже были выработаны. Тот простой аппарат, при помощи которого были достигнуты все эти результаты, состоял в замечательно умелом сочетании логических умозаключений по аналогии и гомологии с тщательно поставленными прямыми опытами и удивительной способностью сделать из этих опытов соответствующие выводы о скрытой от глаз внутренней природе изучаемых веществ. Нельзя при этом, конечно, не отметить, что некоторые очень ценные эпизодические вклады в органическую химию в то же время были еде-

ланы отдельными лицами, стоявшими несколько дальше от основного русла, как Дюффи, Гобль (глицерофосфорная кислота в желтке яиц и в мозгу), Ребу, Лоренсо (ангидриды глицерина), Добренфо (детальное исследование вращения сахаров), Жели (переход сахарозы в глюкозу), Мусклюс (подробности гидролиза крахмала), Шульце (очищение клетчатки), Бешан (восстановление нитробензола железными опилками), Гофисон (работы по розанилину), Дерон (алкалоиды) и т. п.

Излишне говорить, что в период выработки окончательных знаний было немало и неверных представлений и недостаточно хорошо понятых опытов, и даже прямо превратно истолкованных на первых порах данных. При объективном, реальном подходе к развитию знаний можно ясно видеть, что они создавались очень сложными зигзагами — редко основные положения и черты схватывались совершенно правильно с самого же начала, чаще предварительно наблюдаются всякие уклонения и неясности в построениях. Мысль во многих случаях не сразу нападает на правильный путь, и можно даже сказать больше, а именно, что ошибки были необходимы и давали не раз возможность с большей широтой и более выпукло представить дальнейшие более правильные выводы, — на многих ошибках, несомненно, учились, выковывая на почве их более твердо основные представления.

Из неверных положений, интересных в историческом отношении и с точки зрения познания новых данных, можно указать для периода до 60-х годов на следующие: на неправильное представление об изомерии углеводородов и галоидных соединений жирного ряда, зависящее от особенностей господствовавших в то время „типических схем"; во всех взглядах на построение молекул органических соединений; на почве этих схем, например, хлористый метил CH_3Cl, полученный из метана, считался многими отличным от хлористого метила, полученного из древесного спирта действием PCl_5; Д. И. Менделеев относительно этого высказался в том смысле, что по константам и свойствам „следует признать тождество" этих двух продуктов; но относительно хлористого этила C_2H_5Cl, получаемого замещением из этана и производимого из винного спирта, и он был в нерешительности, говоря, что „a priori нельзя решить этого вопроса" и что „он требует еще новых исследований"; точно так же неправильно ждали низшего гомолога от аллилового спирта, признавали шесть и более изомеров винной кислоты, считали глицерин по природе однородным с сахарами, которые определялись тоже, как было указано выше, как многоатомные алкоголи, неверно представляли ацетали, как сочетания альдегидов с ангидридами, допускали возможность превращения уксусной кислоты $C_2H_4O_2$ не только в двухатомную гликолевую $C_2H_4O_3$, но и в трехатомную $C_2H_4O_4$, молочную кислоту считали за альдегидо-кислоту и т. д. Но особенно много всяких неверных построений и предположений было в области ароматических соединений: считая их по свойствам за оригинальные

„предельные соединения" по крайней мере при многих простейших превращениях, исключая случая образования $C_6H_6Cl_6$, ждали, что должны быть и „непредельные соединения" от них; от бензойной кислоты ждали низших гомологов; от салициловой кислоты пытались получить диальдегид, подобный гликоксалю из гликоля; предполагали, что у анизола должны быть разные изомеры и т. п. Не создавши еще никаких представлений о возможности существования кольцевых систем, полагали, далее, что ментен есть гомолог ацетилена. Не имея еще широких методов для определения молекулярных весов, кроме метода по плотности пара, считали индиго веществом в два раза более простым по величине молекулы, чем это есть на самом деле, и т. п.

Но, при всех этих неверных данных, подошли очень интересно, чисто экспериментальным путем, к ряду ценнейших открытий и наблюдений, которые имеют большое значение даже для нашего времени. В прежние эпохи многие из полученных данных еще не возбуждали особого внимания, они были еще, так сказать, не ко времени; до них дошли, открыли их и этим удовольствовались, отметив лишь факт их существования. Но многие из таких открытий, оставленных прежде без дальнейшего развития, представляют теперь весьма ценные отправные точки для новейших исследований, ибо мысль, пройдя известные этапы, дошла ныне до настоящего понимания и зрелой оценки тех позиций, которые в прежнее врамя казались туманной и непонятной далью. Базируясь на этом, можно определенно рекомендовать новым молодым силам нашего времени направлять свое внимание и на прежние эпохи в органической химии, от которых, кроме поучительных классических образцов мастерства исследования, можно многое получить и в смысле побуждения мысли к постановке новых проблем для дальнейших исследований.

Открытые до 60-х годов металлоорганические соединения, именно цинкоорганические соединения уже хорошо были оценены в ближайшие же десятилетия, и к нашему времени они завершились блестящими и необычайными по значению для новейшего развития органической химии синтезами Гриньяра с магний-органическими соединениями. На контактно-каталитические процессы до 60-х годов мало обращали внимания, но все-таки некоторые сделанные тогда наблюдения весьма интересны; так, было показано, что Hg, не реагирующая прямо с HCl, начинает реагировать с ней в присутствии C_3H_5J, образуя HgJ_2 и $HgCl_2$, и выделяя H_2; медь Cu, не разлагающая воду даже при накаливании, с бромюрами и иодюрами уже при 275° образует CuBr и CuJ и выделяет H_2.

Была отмечена двухосновность нитросалициловой кислоты и сильная кислотность пикриновой кислоты, что послужило в новейшее время в руках Ганча к созданию теории псевдокислот. Другое наблюдение, сделанное еще Фрицше, относительно способности пикриновой кислоты

давать с ароматическими углеводородами пикраты, использованное уже хорошо практически, еще ждет своего теоретического изучения даже в наше время и, вероятно, будет освещено лишь в будущем.

Весьма интересные данные были добыты также из области оксониевых соединений, а именно — были получены в соответствующих условиях комплексы спиртов с H_2SO_4, как фазы, предшествующие образованию этил-серной кислоты, комплексы простых эфиров с $HgNO_3$, комплекс коричного альдегида с HNO_3, комплекс камфоры с HCl и т. п. — нестойкие соединения, распадающиеся с водой обратно на составляющие их компоненты. Особо стоит комплекс $B(C_2H_5)_3:O$.

Заслуживают также особого внимания работы над флавеановой, рубеановой, кроконовой кислотами и лофином, затем — получение из винного спирта ароматических углеводородов — C_6H_6, $C_7H_5 \cdot CH_3$, возможность замены водорода альдегидов на металл и т. п.

Можно отметить наблюденные правильности в температурах кипения низших и высших простых эфиров и гликолей и т. п.

Таким образом, эпоха до 60-х годов, помимо ее громадного исторического значения, как эпоха, предшествующая созданию теории строения органических соединений, представляет много интересного и со стороны существа сделанных в течение ее наблюдений.

VII

Русские химики-органики до 60-х годов. Работы по органической химии Д. И. Менделеева. Логические выводы и построения в учении об органических веществах. Предсказания на почве теории типов, гомологии и аналогии.

Русские химики, работавшие в области органической химии до 60-х годов, были весьма немногочисленны. Тем не менее, по данным, приводимым в „Органической химии" Д. И. Менделеева, видно, что они успели выступить к этому моменту уже с целым рядом выдающихся исследований. Характерно, что память о первом химике-органике, работавшем в Академии Наук, была ко времени Д. И. Менделеева уже потеряна. Мы разумеем Товия Ловица, являвшегося по Академии преемником Лаксмана, Георги и Никиты Соколова, работы которых относятся к XVIII в. Т. Ловиц провел крупные работы по органической химии — получение первой кристаллической уксусной кислоты, получение первого абсолютного спирта, получение кристаллической глюкозы и выделение левулезы, первое хлорирование уксусной кислоты задолго до работ Дюма по металепсии, с получением жидкой монохлоруксусной кислоты и кристаллической трихлоруксусной кислоты, абсорбирование веществ углем; он же произвел первую попытку синтеза сахара восстановлением уксусной кислоты при помощи фосфора. Но, несмотря на все это, он был позабыт. Как же это могло случиться? Рассматривая мемуары Академии, можно видеть, что после Ловица не осталось ни одного химика-органика на целое поколение; работавшие же тогда

в Академии Наук Захаров и Севергин занимались главным образом минералогией и полезными ископаемыми. Таким образом, произошел разрыв в работах по органической химии, и когда попал на сцену следующий химик-органик, именно Фрицше, работы которого можно отнести уже к III поколению, который приехал в Россию из Саксонии и был произведен в адьюнкты Академии в возрасте 30 лет, то, повидимому, ему уже не попали в руки манускрипты Ловица, сданные к тому времени в архив Академии. Вследствие всего этого Ловиц совершенно не был известен и Д. И. Менделееву при составлении им его руководства по „Органической химии".

Первыми школами собственно русских химиков-органиков были школы Воскресенского и Зинина.

При медлительности темпов развития органической химии в старой России затем опять происходит некоторая пауза.

Зато поколение, начинающееся Бутлеровым, выступило с не менее блестящими работами, чем работы Воскресенского и Зинина. [1]

---

[1] Если сопоставить все химические силы в области органической химии до 60-х годов в России, поскольку работы их освещены в книге Д. И. Менделеева, со включением и Ловица, то получим следующую картину:

I поколение
(1757—1774)

1757—1804 Ловиц (один на 6 крупных химиков Запада).

II поколение
(1775—1795)
21 год

Отсутствие химиков-органиков.

III поколение
(1800—1816)

1808—1871 Фрицше
1809—1880 Воскресенский
1812—1880 Зинин

IV поколение
(1817—1826)

1818—1883 Ходнев
1826—1877 Соколов

V поколение
(1827—1834)

1828—1886 Бутлеров — 1829—1880 Абашев — 1834—1907 Менделеев
1828—1893 Энгельгардт — 1830—1908 Шишков — 1834—1892 Гарницкий

VI поколение
(1835—1842)

1838—1906 Бейльштейн — 1834—1893 Тютчев
Олевннекий — Мошнин
Орлов, Савич, Мясников.

(К сожалению, годы рождений некоторых из упомянутых деятелей установить не удалось).

Что же касается работ самого Д. И. Менделеева в области органических соединений, то они до сих пор еще не были освещены как следует, так как центр тяжести своих исследований Д. И. перенес позже в область общей химии; но надо сказать, что они довольно значительны. Можно даже утверждать, что был период в развитии химических интересов Д. И. Менделеева, когда он был, как мы покажем дальше, настоящим органиком, в полном смысле этого слова. И можно видеть, чтв между его рассуждениями об аналогии и гомологии среди органических веществ и его предсказаниями, с которых он начал в этой области, и его положениями о вертикальных столбцах и горизонтальных рядах элементов в его периодической системе существует весьма глубокая связь, ибо и здесь сказались в сущности те же законы гомологии (вертикальные столбцы) и аналогии (горизонтальные ряды) с определенной разницей в атомных весах элементов, соответствующей разнице CH_2 гомологических рядов и H_2 аналогичных групп:

$$C_nH_{2n+2};\ C_nH_{2n};\ C_nH_{2n-2}\ \ldots C_nH_{2n-6}$$

Органической химией Д. И. Менделеев начал заниматься в самом молодом возрасте, именно — со времени утверждения его доцентом в Петербургском университете в 1857 г., т. е. когда ему было 23 года. Правда, с самого начала он читал лекции в университете по общей химии, но вскоре же он приступил к курсу и органической химии. В 1860 г. Д. И. Менделеев ездил в Гейдельберг, к Бунзену, где в то же время были Бородин и Савич, а затем участвовал на съезде в Карлсруэ, где были также Зинин, Шишков, а из европейских химиков, о докладах которых Д. И. Менделеев пишет в своем отчете, между прочим, Дюма, Канниццаро. В 1861 г., по возвращении из-за границы, Д. И. Менделеев опять занял оставленную им кафедру органической химии, и в этот иериод, заметив еще раньше отсутствие в русской литературе соответвующего руководства по органической химии, которое бы учитывало н последние открытия в области органических соединений, он выпустил свой труд „Органическая химия“. Эта книга была оценена по достоинству, и автор ее получил Демидовскую премию.

Далее, в 1861 г. появилась статья Д. И. Менделеева „О пределах органических соединений“, а в 1862 г. он опять ездил за границу, и когда в 1869 г. он был избран экстраординарным профессором по кафедре технологии, то занялся и вопросами технологии органических веществ, из области которых напечатал, между прочим, статью „Оптическая сахариметрия“.

В 1859 г. Д. И. Менделеев предпринимает поездку на бакинские нефтяные промыслы, с какого времени уделяет большое внимание вопросам нефти, что завершилось потом созданием им теории происхождения нефти из карбидов металлов.

Этот же интерес к органическим соединениям Д. И. проявил и позже, уже после выпуска им 2-го издания „Органической химии" в период чтения лекций в качестве профессора в Технологическом институте и в период его работы, представленной им в 1865 г. в качестве докторской диссертации под названием „О соединении спирта с водой", после чего он был назначен ординарным профессором по кафедре технической химии и в Петербургском университете.

Но с 1868 г., после окончания службы А. А. Воскресенским, учителем Д. И. Менделеева, Д. И. перешел на кафедру неорганической и общей химии, принялся за составление „Основ химии", и перенес главное свое внимание в эту сторону, которая в 1869—1870 гг., с открытием им периодического закона, окончательно сформулированного в 1870 г., почти всецело поглотила его внимание. Вместе с этим отходом от органической химии Д. И. Менделеев вошел в университет с настоятельным предложением о приглашении на кафедру органической химии А. М. Бутлерова из Казани.

Но и позже, даже после открытия в Европе предсказанных Д. И. Менделеевым элементов, он интересовался органической химией, и, в частности, химией и технологией нефти, посетил во время Всемирной выставки в Филадельфии в 1876 г. нефтяные промыслы в Пенсильвании, описанные им потом в особой книге.

Можно сказать, что вопросам органической химии было уделено Д. И. Менделеевым не меньше 10 лет в начале его научной деятельности, да некоторое время и позже, и по тем данным, которые мы приведем сейчас, можно ясно себе представить, как разнообразны были эти интересы.

В области простейших углеводородов Д. И. Менделеев работал над получением олефинов из алкоголятов спиртов; так, из натриевого алкоголята амилового спирта он получил амилен: „почти всегда амилен сопровождается водородистым амилом (т. е. C_5H_{12}), но мне удалось получить чистый амилен, подвергая перегонке амиловый натрий — ($C_5H_{11}ONa$)". Этот углеводород в Европе получил Балар, причем вместе с ним получил и парамилен $C_{10}H_{20}$, а также Вюрц, который применял реакцию как для него, так и для его гомологов — с $ZnCl_2$.

В области ароматических углеводородов Д. И. Менделеев занимался вопросом о существовании изомеров бензола. Эта проблема, при полной неизвестности ароматического кольца, в то время разрабатывалась одним из авторов, именно Чорчем, пришедшим к заключению, что кроме обычного бензола, с температурой кипения 80°, существует еще парабензол, с температурой кипения 97°, которой будто бы получается при перегонке легкого каменноугольного масла. Менделеев пишет по этому поводу: „Исследуя каменноугольное масло, я получил большую порцию жидкости, кипевшей сперва от 95° до 98°, но при многократно-повторной перегонке оказалось, что она содержит только смесь бензола и толуола

(или, как тогда писали — бензоэна), а потому я сомневаюсь в существовании парабензола".

В области галоидных соединений Д. И. Менделеев сделал наблюдение, что иодюры при перегонке над фосфором разрушаются, в чем он убедился на „прямых опытах".

Из галоидных производных он получал цинк-органические соединения для различных реакций с ними, причем он обычно производил это при нагревании до 140—160° иодюров с цинком в запаянных трубках, которые защищались внешней железной трубкой и вставлялись в песчаную баню; при этом при многократных опытах у него разрывалось „не более трех трубок из десяти". Одной из реакций, для которых он приготовлял цинк-этил, была реакция с бромистым этиленом; „при этом я заметил, — пишет Менделеев, — образование $ZnBr_2$ и жидкого летучего углеродистого водорода, который, вероятно, имел состав $C_2H_4(C_2H_5)_2$".

В области спиртов Д. И. Менделеев интересовался для разных целей алкоголятоми и при получении их сделал замечание, что „средство, обусловливающее образование металлических производных спиртов, стало столь слабо, что амальгама натрия уже почти не разлагается безводным спиртом". В работе с гликолем Д. И. замечает, что „при действии на бромистый этилен соли CH_3COOK образуется, но весьма немного, одноуксусный гликоль, как я заметил, приготовляя гликоль в довольно большой порции". При определении констант гликоля Менделеев пишет: „по моим определениям удельный вес гликоля при 17° = 1,11215 а расширение его происходит по формуле:

$$v_1 = 1 + 0.000626t + 0,000001880t^2 - 0.000006t^3;$$

поэтому удальный вес при 0° совершенно согласен с удельным весом, сделанным Вюрцем". О работе с глицерином он пишет, что „безводный чистый глицерин, по моим наблюдениям, имеет удельный вес 1.262, почти не растворим в эфире и при 16.6 мм перегоняется при 290° (с поправками)". Как на общее свойство спиртов Менделеев указывал, что они в виде алкоголятов при действии муравьинокислых солей, например $H \cdot COOK$, вероятно будут превращаться в углеводороды:

$$CH_3OK + H \cdot COOK = CO_3K_2 + CH_4.$$

В области простых эфиров Д. И. Менделеев изучал химическую прочность их молекул; для этого он нагревал их, между прочим, в запаянных трубках до 160° с водой, но в результате нашел, что „смесь чистого эфира с водой не превращается в спирт даже при нагревании, как я убедилея в том многими опытами".

Наоборот, что касается сложных эфиров, то он писал: „при образовании сложных эфиров и при их расщеплении должны при разных температурах количества кислот быть различны. Это заключение, еде-

ланное мною a priori, на основании Бертолетова закона, ныне находит фактическое подтверждение в изысканиях Бертело и Сен-Жиля".

В работах с энантолом Д. И. Менделеев сделал наблюдение, что при действии на него SO_2 получается кислота $C_7H_{14}SO_3$, а при разложении эта последняя вновь выделяет энантовый альдегид. Затем, подействовав на энантол металлическим натрием, Д. И. заметил, что в результате получается студенистая масса, легко реагирующая с хлорангидридами кислот и даже с бромистым этиленом.

Рассуждая о кетонах, как они представлялись до 60-х годов, т. е. как о сочетаниях альдегидов со спиртами, Д. И. Менделеев на основании выведенных им положений из изучения сочетанных соединений замечает, что если это и „сочетания", то не настоящие. Это свое заключение он обосновывает следующим образом: „если бы кетоны были истинными сочетаниями, то их температура кипения была бы приблизительно: $t + t^1 - 100$, где t — температура кипения спирта, t^1 — температура кипения альдегида; но этого, в действительности, нет. Ацетон C_3H_6O, если бы он был истинным сочетанием C_2H_4O и $_1CH_4O$, то должен был бы кипеть $65° + 21° - 100$, т. е. был бы газ, тогда как в действительноети он кипит выше 50°".

Весьма интересовал Д. И. также продукт, получающийся действием фосгена $COCl_2$ на безводный спирт:

$$CO\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown Cl\end{matrix} \longrightarrow CO\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown OC_2H_5\end{matrix}$$

„Занимаясь исследованием $CO(Cl)(OC_2H_5)$, — пишет Менделеев, — я заметил, что посредством его можно получать целый ряд продуктов, содержащих остатки углекислоты и других органических кислот; так, например, мне удалось получить эфир углеуксусной кислоты, действуя на описанное соединение уксусными солями; состав этого соединения — $CO(C_2HlOO)(C_2H_5O)$".

Наконец, Д. И. Менделеев сильно интересовался эфирными маслами, особенно с точки зрения теории пределов или степени насыщенности их водородом. Он писал о них: „из летучих масел извлечены между прочим: из рутового масла, мятного — $C_{10}H_{20}O$, из каяпутового, из масла Osmitopsis и т. п. $C_{10}H_{18}O$, из лавров и полыни — $C_{10}H_{16}O$, из тимиана и тмина — $C_{10}H_{14}O$, из семян аниса и т. п., из римского тмина — $C_{10}H_{12}O$, из сассафраса — $C_{10}H_{10}O$. Это суть вещества, во многом сходные между собою и отличающиеся только количеством водорода. Таким образом, эти вещества, повидимому, суть соединения, постепенно удаляющиеся от предела. Если это справедливо, то при действии водорода в момент выделения они должны поглощать его и приближаться к пределу. Опыты подобного рода в настоящее время производятся мною".

Сверх всего этого Д. И. Менделеев занимался вопросом о природе белков, даже полемизировал в этом отношении с Гунтом, затем все

время интересовался вопросами химии и технологии нефти, а позже занимался вопросом о получении пироксилина.

С теоретической же стороны область органической химии с ее гомологическими рядами и богатыми группами аналогов дала Д. И. Менделееву большое и просторное поле для различных его построений и выводов по принципам этих гомологий и аналогий, оправдавшихся на далеко идущих от основных штампов производных или дериватах. Это понимание веществ, с правильным изменением их природы и состава на определенные отрезки или куски материи, с философской стороны, действительно, дает определенную концепцию, по характеру совершенно схожую с тем, что оказалось и в области простейших химических слагаемых материи или элементов. Эти правильности дали возможность сделать очень многие и ценные предсказания для дальнейшего развития органической химии. Благодаря только им стали искать кроме первичных спиртов и третичные, которые скоро и нашли; благодаря им, исходя из простых эфиров одноатомных спиртов, получили подобные же ангидридные формы от гликоля и глицерина и позже — от целлюлезы, что в наше время приобрело громадное практическое значение для пластмасс; благодаря им можно было заранее, до получения в реальности, предсказать все хлорангидриды от янтарной и глицериновой кислот и т. д.

Мы считаем, что эти выводы и предсказания на основании гомологии и аналогии среди органических соединений послужили Д. И. Менделееву предварительной школой для последующего рассмотрения с точки зрения этих же принципов подобных же правильностей среди элементов, и полная приложимость их к бесчисленным органическим соединениям не могла, по нашему мнению, не сказаться на том, что Д. И. Менделеев решительнее всех других работников своего времени предсказал на основании этих обобщений новые химические элементы, еще неизвестные в то время — эка-бор, эка-алюминий и эка-силиций. Конечно, при переносе этих представлений о гомологах и аналогах среди органических соединений на группы и ряды элементов требовалась большая проницательность, но мы хотим сказать что по логической сущности и в этой еще более кардинальной области химии были у Д. И. Менделеева те же методы, которые он с таким мастерством и с такою последовательностью применил к органическим соединениям. В работе его в той и другой области есть, несомненно, родственные черты, причем обобщения и предсказания в органической химии не могли не подготовить его как глубокого мыслителя-ученого, понявшего гомологии и аналогии в сложении материи вообще, к его знаменитым обобщениям и смелым предсказаниям в области неорганической химии.

W. ČELINCEV

DIE ORGANISCHE CHEMIE IM ANFANG DER SECHZIGER JAHRE DES XIX. JAHRHUNDERTS

(nach der „Organischen Chemie" von D. I. Mendeleev).

Das periodische System der chemischen Elemente wurde von D. I. Mendeleev im Jahre 1870 endgültig formuliert. Er interessierte sich jedoch schon früher für die organische Chemie, und arbeitete zehn Jahre lang im Laboratorium seines Lehrers A. A. Woskressenskij. Er führte eine Reihe experimenteller Arbeiten aus, hielt Vorlesungen an der Petersburger Universität über anorganische Chemie und im Petersburger Technologischen Institut über organische Technologie. Zu Anfang der 60-er Jahre schrieb er sein Handbuch der organischen Chemie, welches in der ersten Auflage im Jahre 1861, und in der zweiten im Jahre 1863 erschien.

Aus einer Reihe von seinen Arbeiten ersehen wir, dass während einer gewissen Periode seines Lebens der Gelehrte als echter Organiker tätig war.

Über sein Werk „Die organische Chemie" erschien in Deutschland, in der „Zeitschrift für Chemie", 1862, eine ausführliche Besprechung, wo die neue interessante Darlegung, so wie die originelle Klassifikation der Verbindungen nach dem neuen Prinzip der chemischen Funktionen hervorgehoben wurden.

In seinem Vaterlande erhielt Mendeleev, damals noch ein junger Gelehrter von 26—27 Jahren, für sein Buch die grosse Demidovsche Prämie.

Die „Organische Chemie" von Mendeleev ist zurzeit als ein Werk von höchster historischer Bedeutung zu betrachten, als ein Denkmal, welches eine vortreffliche Schilderung dessen gibt, was auf dem Gebiete der organischen Chemie vor Anfang der sechziger Jahre bereits geleistet worden war. Es beleuchtet den Zeitabschnitt, welcher der Erfindung der Aufbautheorie von organischen Verbindungen vorausging. Mit dieser Frage beschäftigte sich noch ein anderer, in gelehrten Kreisen wohlbekannter Mann, — A. M. Butlerov. Er wurde auf Empfehlung von D. I. Mendeleev, welcher nach der Beendung des Dienstes seines Lehrers im Jahre 1868 den Lehrstuhl der anorganischen und allgemeinen Chemie an der Petersburger Universität erhielt, dort als Mitarbeiter herangezogen.

Die organischen Verbindungen wurden vor den 60-er Jahren nach dem auf der Radikal-Typentheorie begründeten System aufgefasst. Mendeleev benutzte aber die Auffassungen der Typentheorie bloss als Grundlage zur Gruppierung der organischen Verbindungen. Am Beispiel der Polemik zwischen Dumas und Liebig über das Weingeistradikal und an der Art der Veranschaulichung der Aldehyden betonte er mit ganz besonderem Nachdruck, dass die Radikal- und Typenauffassungen als höchst relativ zu betrachten seien.

Dank der glänzenden Darlegungsart von Mendeleev ist aus seinem Werke leicht zu ersehen, wie einfach die Mittel und Apparate waren, mit Hilfe deren die früheren Chemiker zu ihren hervorragenden Entdeckungen kamen.

In seinem Buch schildert er sehr malerisch das allmähliche Wachstum der wissenschaftlichen Kenntnisse, gruppiert einzelne Errungenschaften der Gelehrten und führt ihre Namen an. Das alles macht die „Organische Chemie“ von Mendeleev zur wertvollsten und nicht veraltenden Quelle für das Studium der Geschichte der organischen Chemie.

Ferner muss darauf hingewiesen werden, dass zwischen den Schlussfolgerungen und Voraussagen im Gebiet der organischen Substanzen, welche Mendeleev auf Grund der Homologie, Analogie und der Derivatenreihe machte, und zwischen seinen Verallgemeinerungen im Gebiete der chemischen Elemente, — mit deren Verteilung in senkrechte (homologen) Reihen, — und seinen Voraussagen neuer Elemente, — der engste Zusammenhang besteht. Man darf sogar sagen, dass die Voraussagen, welche nach homologen Reihen und analogen Gruppen der organischen Verbindungen gemacht wurden, Mendeleev als Vorschule für seine berühmten Rückschlüsse gedient haben, die so zum Eckstein seines periodischen Systems der chemischen Elemente wurden, mit den daraus abgeleiteten Voraussagen neuer Elemente, wie Ekabor (Scandium), Ekaaluminium (Gallium) und Ekasilicium (Germanium).

Aus dem Buch von Mendeleev ist leicht zu ersehen, auf wessen Schriften und Werke sich die Kenntnisse in der organischen Chemie in West-Europa und in Russland begründeten, wie sich diese Kenntnisse entwickelten und was für Wechselbeziehungen zwischen den Gelehrten verschiedener Generationen in West-Europa und in Russland herrschten.

In Russland war die Chemie, und besonders die organische Chemie, bei weitem nicht so glänzend vertreten wie im Westen. Die ersten Forscher Russlands auf diesem Gebiet waren eigentlich Ausländer, und erst mit A. A. Voskressenskij und N. N. Sinin begann die Entstehuug einer russischen Schule der Chemie. Schon kurze Zeit später wurden zwei junge russische Gelehrte D. I. Mendeleev und A. M. Butlerov bekannt, die auch von westeuropäischen Gelehrten anerkannt und geschätzt wurden. Mendeleev erhielt die Davy-, Faraday- und Capley-Medaillen und wurde von den Universitäten von Oxford und Cambridge zum Doktor ernannt. Butlerov wurde für seine wertvollen Arbeiten von den Gelehrten Würtz, Kekulé und Ladenburg hoch geschätzt.

Die Arbeiten eines jeden einzelnen Gelehrten sind in der „Organischen Chemie“ von Mendeleev ausführlich beschrieben.

Was seine eigene Tätigkeit betrifft, so bestand diese aus Versuchen und Experimenten im Gebiete der organischen Chemie zur Lösung verschiedenartigster Fragen, wie z. B.: die Gewinnung von Olefinen aus den Alkoholaten, die Isomerie des Benzols, wobei er, entgegen den Anga-

ben von Church bewies, dass nur ein Benzol vorhanden, das sogenannte „Parabenzol", aber als ein Gemisch von Benzol und Toluol zu betrachten ist. Ferner untersuchte er die Veränderungen von Jodüren in Anwesenheit von Phosphor; die Frage der Gewinnung von Glykol aus Bromäthylen, die gegenseitige Einwirkung zwischen Alkoholaten und Ameisensalzen während der Destillation; die Wirkung von Wasser auf Äther im verschmolzenen Rohr; die Wirkung von Chlorkohlenstoffäther auf die Salze der Essigsäure; er erforschte die Terpentinalkohole und interessierte sich ganz besonders für die Frage ihrer Reduktion durch Natrium und Natriumamalgam vom Standpunkt der Grenztheorie; er beschäftigte sich auch mit der Erforschung der Natur des Eiweisstoffes, wobei er, — im Widerspruch zu den Auffassungen von Schutzenberg und Boedecker und den Angaben von Hunt, — sich auf die Arbeiten von Thénard berief, und behauptete, dass die Eiweisstoffe durchaus nicht als Kombinationen von Zuckersubstanzen mit NH_3 anzusehen wären, wie es damals von mehreren Chemikern behauptet wurde, sondern als Substanzen einer ganz besonderen Art. Er studierte das Problem der Gewinnung von Pyroxilin, und schliesslich auch die Chemie und die Technologie des Petroleums. Diese Arbeiten sind die ersten in Russland ausgeführten Erforschungen auf dem Gebiet des Naphtawesens.

Mendeleev beschreibt in seinem Buch auch die zahlreichen Schwierigkeiten, welche man bei der Erforschung mancher organischen Verbindungen zu überwinden hatte, wie es z. B. der Fall mit den Ketonen veranschaulicht.

Letztere wurden längere Zeit als Kombinationen von Aldehyden mit Alkoholen betrachtet, ebenso wie die Zuckerstoffe, welche selbst von den Autoritäten der organischen Chemie, wie M. Berthelot, für polyatome Alkohole gehalten wurden. Besonderers schwierig aber war es, sich über die aromatischen Verbindungen einen klaren Begriff zu bilden, da man noch nichts von der Benzolreihe wusste, was erst später, nämlich durch Kekulé, aufgeklärt wurde. Erst dann wurde es verständlich, weshalb für die Benzolsäure $C_7H_6O_2$ die unteren Homologe $C_6H_4O_2$ und $C_5H_2O_2$ uswr. erwartet wurden.

Die Voraussagen auf Grund der Homologie und Analogie unter den organischen Verbindungen erinnern sogar ihren Formeln nach an entsprechende Voraussagen im Gebiet der chemischen Elemente. Zum Beispiel, für die aus Glycerin entstehenden Säuren lautet der Satz folgendermassen:

Von der einbasischen Glycerinsäure müssen einbasische Säuren der Zusammensetzungen:

$$\left.\begin{matrix} C_3H_3O \\ RHH \end{matrix}\right\} O_3 \quad \text{und} \quad \left.\begin{matrix} C_3H_3O \\ RRH \end{matrix}\right\} O_3$$

entstehen, wobei unter R — Acetyl, Benzol und dgl. zu verstehen sind. Unter der Einwirkung von PCl muss die Glycerinsäure folgende anhydrische Verbindungen ergeben: ein Chloranhydrid $C_3H_5O_3Cl$, welches mit Wasser wiederum die Glycerinsäure ergeben muss; ein zweites Chloranhydrid $C_3H_7O_2Cl_2$, welches mit Wasser die Chormilchsäure liefern muss, wobei unter Einwirkung von Natriumamalgam—Milchsäure und unter Behandlung mit KOH—Glycerinsäure entstehen müssen; und ein drittes Chloranhydrid $C_3H_3OCl_3$, welches unter Einwirkung von Natriumamalgam die Phosphorsäure liefern muss.

Ähnliche Voraussagen finden wir auch für Cloranhydride der Bernsteinsäure, Isomerie der Apfelsäure und Oxyzimmetsäure vor.

Es ist leicht zu ersehen, dass diese Voraussagen, ihrem logischen Wesen nach, den Voraussagen im Gebiet der chemischen Elemente gleichen, wo dem homologen Unterschied in CH_2 und dem Unterschied zwischen den Analogen 2H, 4H, 6H die eigenen Unterschiede in Atomgewichten nach den Vertikalgruppen und Horizontalreihen entsprechen, was auch den eigentlichen Ausgangspunkt für die Voraussagen der fehlenden Elemente bildete.

Ausserdem lässt sich im Buch von Mendeleev sein tiefer Glaube an die Synthese des Ganzen aus CO und CO_2 stark fühlen.

Um sich also einen klaren Begriff über die Kühnheit der berühmten Voraussagen von D. I. Mendeleev bilden zu können, muss man die Periode seiner eifrigen Tätigkeit auf dem Gebiete der organischen, Chemie kennen lernen; das war die Schule, welche ihn zu seinen Voraussagen der Homologie und Analogie herangebildet hatte, und aus welcher er das reiche Material schöpfen konnte, um sein vortreffliches Werk „Organische Chemie“ zu schaffen.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ • Сер. I, вып. 5

А. С. Полак

ЛАГРАНЖ И ПРИНЦИП НАИМЕНЬШЕГО ДЕЙСТВИЯ [1]

В эпоху, непосредственно предшествующую Великой французской революции, в литературе и науке ведется ожесточенная классовая борьба. По всем идеологическим проблемам враждебные классы противопоставляют себя друг другу. Классовые противоречия, неслыханно обострившиеся в этот период, находят резкое выражение и на самых отдаленных от практики участках науки.

В области теоретической механики борьба доживавшего свой последний исторический час класса и „третьего сословия" отразилась в известной попытке обосновать механику теологией и тем самым подкрепить теологию со стороны механической науки при помощи „принципа наименьшего действия", установленного и телеологически истолкованного Мопертюи.

15 апреля 1744 г. Мопертюи представил Парижской Академии Наук мемуар, в котором он для объяснения некоторых оптических и механических явлений, отправляясь от установленного в XVII в. Ферма [2] принципа кратчайшего времени, формулирует так называемый „принцип наименьшего действия".

Двумя годами позже он обобщил эту гипотезу на всякое движение и характеризовал положение „о наименьшем действии в природе" как универсальный принцип механики. Содержание устанавливаемого

---

[1] Работа, второй главой которой является настоящая статья, должна охватить основные этапы развития так называемых вариационных принципов механики. План этой работы таков:

1) Развитие принципа наименьшего действия до Лагранжа.

2) Лагранж и принцип наименьшего действия.

3) Гамильтон и принципы наименьшего и переменного действия.

4) Развитие принципа Гамильтона в работах Гельмгольца, Больцманна, Гельдера и других.

Линия развития принципов механики, связанная с именами Гаусса и Герца, не входит в круг вопросов, рассматриваемых в этой работе.

[2] Принцип Ферма состоит в утверждении, что свет распространяется из одной точки пространства в другую по пути наикратчайшего времени. Из этого принципа легко получается, например, закон преломления света и т. п.

им принципа сводилось к утверждению, что во всех существующих процессах природы количество действия, необходимое для данного изменения, является наименьшим из всех возможных.

Термин „действие“ понимается им в смысле „деятельности“ вообще, и измеряется это действие произведением mvs, где m — масса, v — скорость, s — пространство, пробегаемое телом.

Для доказательства механического значения своего принципа Мопертюи вывел из него законы рычага и законы удара упругих и твердых тел. Что же касается доказательства универсальной значимости этого принципа, то аргументы Мопертюи имеют исключительно теологический и телеологический характер. Он аргументирует от мудрости „творца“, от экономности и целесообразности природы, так ярко проявляющихся, по его мнению, в строении растений и животных, в движении небесных тел и т. п.[1] „Наш принцип больше соответствует представлениям, которые мы должны иметь о вещах, оставляет мир в постоянной потребности в могуществе творца и является необходимым следствием из наиболее мудрого употребления этого могущества“.[2]

С 1749 но 1752 гг. Патрик д'Арси напечатал в мемуарах Парижской Академии две статьи, направленные против принципа Мопертюи. В этих статьях он показывает, насколько произвольно оперирует Мопертюи с тем, что он (Мопертюи) называет необходимым для движения количеством действия. Д'Арси указывает на шаткость оснований принципа. Самуэль Кениг в 1751 г. печатает в лейпцигских „Acta Eruditorum“ статью, в которой он выступает против Мопертюи. Даламбер в различных статьях в „Энциклопедии“[3] так же остановил свое внимание на этой проблеме, дав критику телеологических идей. Вольтер отозвался на споры вокруг принципа наименьшего действия памфлетом.[4] В бурном обсуждении принципа принял участие Эйлер, который дал принципу новую математическую формулировку.

Эйлер показал, что для целого ряда механических явлений удовлетворяется условие, что

$$m\int v\,ds$$

имеет минимум, причем здесь значение v определяется из принципа живых сил.

А так как $ds = v\,dt$, то

$$\int v ds = \int v^2 dt,$$

[1] Maupertuis. Des lois de mouvement èt de repos déduites d'un principe métaphysique. Mém. de l'Acad. de Berlin, 1746.

[2] Maupertuis. Oeuvres, t. I, „Essai de cosmologie“, p. 44.

[3] Ср. статьи „Force“, „Action“ и др.

[4] Histoire du docteur Akakia et du natif de Saint-Malo. Oeuvres de Voltaire, Paris, t. XXIV, 1892.

„так что для кривой, описываемой брошенным телом, сумма всех живых сил, находящихся в теле в отдельные моменты времени, будет наименьшей“ [1]

„И, откликаясь на тогдашние споры о мере движения, Эйлер заключает: таким образом ни те, кто полагает, что силы следует оценивать по самим скоростям, ни те, кто по квадратам скоростей, не найдут здесь ничего неприемлемого“. [2]

Далее Эйлер рассматривает движение тела, на которое не действуют решительно никакие силы, движение брошенного тела в однородном поле тяжести и другие задачи.

Преимуществом эйлеровой формулировки принципа наименьшего действия, по сравнению с формулировкой Мопертюи, является следующее:

1) В то время, как формулировка Мопертюи применима только к конечным изменениям скоростей, формулировка Эйлера применима и к непрерывным движениям в силу того, что в нее входит элемент траектории.

2) У Мопертюи принцип наименьшего действия никак не связан с законом живых сил, в то время как Эйлер устанавливает эту связь.

Что же касается до взглядов Эйлера на телеологическое обоснование принципа, то они очень близки к взглядам Мопертюи. В самом начале своей статьи „об определении движения брошенных тел в несопротивляющейся среде методом максимумов и минимумов“, составляющей приложение к работе „Метод нахождения кривых линий“ он говорит:

„Так как все явления природы следуют какому-нибудь закону максимума или минимума, то нет никакого сомнения, что и для кривых линий, которые описывают брошенные тела, если на них действуют какие-либо силы, имеет место какое-то свойство максимума или минимума. Определить из принципов метафизики a priori, каково именно это свойство, повидимому не так легко... Подлежит рассмотрению главным образом эффект, происходящий от действующих сил; и так как он состоит в порожденном ими движении тела, то представляется сообразным с истиной, что это самое движение или, точнее, совокупность всех движений, присущих брошенному телу, должна быть минимумом. Хотя может показаться, что это заключение недостаточно обосновано, однако, если я покажу, что оно согласуется с истиной, уже известной a priori, то оно приобретет такой вес, что все сомнения, которые могли бы относительно его возникнуть, совершенно исчезнут. Более того, когда его истинность будет доказана, легче будет проникнуть

---

[1] Эйлер, Л. Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума, либо минимума, или решение изопериметрической задачи. ГТТИ, 1934, стр. 575.

[2] Ibid., стр. 575.

в скрытые законы природы и конечные причины и подкрепить это утверждение убедительнейшими соображенями". [1]

На последней же странице этой работы Эйлер пишет, еще раз возвращаясь к этой теме: „...Так как тела в силу инерции сопротивляются всякому изменению состояния, то они, если только будут свободны, будут насколько возможно меньше подчиняться действующим силам; отсюда вытекает, что в порожденном движении эффект, произведенный силами, должен быть меньшим, чем если бы тела двигались каким-либо иным способом. Хотя сила этого рассуждения еще не достаточно видна, все же, так как оно согласно с истиной, я не сомневаюсь, что при помощи принципов здравой метафизики оно может быть возведено к большей очевидности; но это я предоставляю другим,—тем, кто занимается метафизикой." [2]

В других высказываниях он непосредственно примыкает к позиции Мопертюи.

В 1760 г. проблема принципа „наименьшего действия" становится объектом внимания Лагранжа.

Лагранж занимает в истории механики чрезвычайно важное место, Он сам в предисловии к своей „Аналитической механике" [3] говорит: „План этого сочинения совершенно нов. Я старался свести теорию этой науки, ее искусство решать задачи на простые формулы, простое развитие которых дает все уравнения, необходимые для решения любой задачи... Сочинение это приносит пользу и в другом отношении: оно соединяет, исходя из общей точки зрения, различные механические начала, найденные с целью облегчить решение механических задач, приводя их в связь, показав их взаимную зависимость и давая возможность судить об их верности и значении".

И действительно, его „Аналитическая механика" сыграла роль сочинения, открывшего новый этап [4] в развитии механики. Основная для Лагранжа идея построения механики, как систематического и гармоничного здания, возводимого на фундаменте единой общей предпосылки, пронизывает Аналитическую механику. И это стремление к систематичности и изяществу выражения, к математической законченности построения, нашло восторженную оценку у другого великого мастера математического анализа проблем механики — Гамильтона. Во введении к своей работе „Общий метод динамики" он говорит: „Лагранж может быть сделал больше, чем все другие аналитики для того, чтобы придать широту и гармонию таким дедуктивным исследо-

---

[1] Эйлер, Л. Метод нахождения кривых линий и т. д. ГТТИ, 1934 г., стр. 574.

[2] Ibid., стр. 593.

[3] Lagrange. Oeuvres, t. 11, Méc. anal., Avertissement.

[4] К оценке содержания и значения „Аналитической механики" Лагранжа автор предполагает вернуться в специальной статье, в которой будет также дана критика взглядов Маха, Дюринга, Бруншвига, Дюгема и др. на Лагранжа.

ваниям, показав, что самые разнообразные следствия относительно движения системы тел могут быть выведены из одной основной формулы; красота разработанного таким образом метода, высокие качества результатов, делают из этого великого произведения род научной поэмы (a kind of scientific poem)".[1]

Для нас в этой блестящей характеристике является важным подчеркивание основного значения математического метода для работы Лагранжа в области механики. И действительно, в силу аналитического (и принципиально аналитического) характера его механики, подход Лагранжа к отдельным проблемам теснейшим образом связан с его математическими работами в различных ветвях анализа. Фурье говорит: „...он сводит все законы равновесия и движения к одному принципу и, что не менее удивительно, он их подчиняет одному методу исчисления, изобретателем которого он сам является".[2] Ибо, как известно, с Лагранжа начинается новая эпоха вариационного исчисления, которая характеризуется переходом от, в основном, геометрического метода Эйлера и Бернулли к аналитическому методу.

Но Лагранж не только придал простой вид решению ранее поставленных задач, найдя удобный алгоритм, но также применил этот новый метод к решению целого ряда сложных проблем земной и небесной механики.

Первая его работа, посвященная принципу наименьшего действия, также появилась на свет как развитие и приложение его математических работ по вариационному исчислению.

В 1760—1761 гг. в „Miscellanea Taurinensia", т. II., Лагранж опубликовал статью под названием „Essai d'une nouvelle méthode pour déterminer les maxima et les minima des formules intégrales indefinies". Непосредственно за ней, в том же томе, он печатает статью под характерным заглавием „Application de la méthode, exposée dans le mémoire précédent, à la solution de différents problèmes de dynamique".

Лагранж ссылается в начале статьи на работу Эйлера „Methodus inveniendi lineas curvas maximi minimive proprietate gaudentes sive solutio problematis isoperimetrici latissimo sensu accepti", в которой Эйлер показал, что для случая движения в поле центральной силы, траектория, по которой движется тело, удовлетворяет требованию:

$$\int v\,ds = \text{minimum}.$$

Лагранж обобщает этот принцип и дает ему следующее выражение:

„Общий принцип: имеем произвольные тела $M, M', M''\ldots\ldots$, которые каким-либо образом действуют друг на друга и которые могут быть, кроме того, подвергнуты действию центральных сил, пропорциональных произвольным функциям расстояний; пусть $s, s', s''\ldots$ пред-

[1] Phil. Trans., 1834.

[2] Цит. по книге „Mathématique et mathématiciens" Rebière, 129.

ставляют пространство, пройденное этими телами за время t и пусть v, v', v'' . . . будут их скоростями к концу этого времени, тогда формула

$$M\int v\cdot ds+M'\int v'\cdot ds'+M''\int v''\cdot ds''+\ldots$$

всегда будет максимум или минимум“. [1]

Это определение и выражает тот шаг вперед, который совершил Лагранж в развитии принципа наименьшего действия. Он распространил принцип, сформулированный у Эйлера для материальной точки, на случай произвольной системы точек, связанных между собой и действующих друг на друга совершенно произвольным образом.

Таким образом, оказывается возможным применить принцип наименьшего действия к динамике системы. Действительно, пользуясь принципом наименьшего действия, Лагранж в своем мемуаре аналитически решает ряд проблем динамики. Это дало повод Якоби заметить, что лагранжев принцип наименьшего действия есть мать всей нашей аналитической механики. [2]

По установленным в его предшествующем мемуаре правилам вариационного исчисления [2] Лагранж пишет, что:

$$\delta\sum m\int v\cdot ds=0,^{3}$$

а так как

$$\delta\int (v\cdot ds)=\int \delta(v\cdot ds),$$

то преобразуя

$$\delta(v\cdot ds)=v\cdot\delta ds+\delta v\cdot ds,$$

получаем:

$$\sum m\cdot\int (v\cdot\delta ds+\delta v\cdot ds)=0.$$

Затем Лагранж вводит условие, что если $p.\ q.\ r.$ . . . расстояния тела от центра сил $P.\ Q.\ R$ . . . . . ,

то

$$\frac{v^2}{2}=\text{const}-\int (Pdp+Qdq+Rdr+\ldots.)$$

или

$$v\delta v=-\delta\int (Pdp+Qdq+Rdr\ldots\ldots)=-\int (\delta P\cdot dp+P\cdot\delta dp+\ldots\ldots)$$

---

[1] Oeuvres de Lagrange, Paris, 1892, t. I, 365.

„Principe général. — Soient tant de corps qu'on voudra M, M, M... qui agissent les uns sur les autres d'une manière quelconque, et qui soient de plus, si l'on veut, animés par des forces centrales proportionales à des fonctions quelconques des distances, que s, s', s''.. dénotent les espaces parcourues par ces corps dans le temps t et que v, v', v''... soient leurs vitesses à la fin de ce temps, la formule

$$M\int v\cdot ds+M'\int v'\cdot ds'+M''\int v''\cdot ds''+\ldots$$

sera toujours un maximum ou un minimum."

[2] Jacobi. Vorlesungen über Dynamik, S. 5.

[3] δ — знак вариации.

Таким образом, уже в самом начале исследования вводится, как необходимое условие, принцип живых сил.

Этим предрешается и круг задач, рассматриваемых Лагранжем в его сочинении.

Всего Лагранж решает десять задач из разных отделов динамики.

Важнейшими из них являются задачи о движении тела под действием центральных сил, пропорциональных произвольным степеням расстояния, о движении связанных тел, о движении жидкости и некоторые другие.

Возвращаясь к рассмотрению общего направления этой работы, напомним, как мы уже отметили, что само ее заглавие подчеркивает сугубо математический характер этого сочинения Лагранжа. Действительно, в нем не затрагивается ни одна из проблем, связанных с обоснованием механики. В этой работе проблемы механики представляют собою лишь определенный класс задач вариационного исчисления.

Мы видим, что Лагранж, для которого механика была „аналитической геометрией четырех измерений", о котором говорили, что он более интересовался выкладками, чем логическим содержанием понятий, здесь подошел к принципу наименьшего действия как чистый математик. Для него возможность широкого применения принципа основывается на разработанном им вариационном методе. Это есть лишь удобный и изящный способ решения задач.

Никаких „метафизических" предпосылок с поражавшим умы фактом минимальности „действия" Лагранж не связывает, и вообще о нем с полным правом можно сказать, что, в противоположность многим своим современникам, он был не только чужд „метафизики", но и прекрасно осознал неприменимость подобной аргументации внутри механической науки.

В этом смысле характерно отношение Лагранжа и Даламбера к известному сочинению Эйлера „Письма к немецкой принцессе". И Лагранж и Даламбер оценивают эту работу Эйлера отрицательно. Лагранж пишет Даламберу: „Труды, которые Эйлер публикует в Петербурге, были написаны давно и оставались в рукописи лишь за отсутствием издателя, который хотел бы им заняться; среди них имеется одно сочинение, которое он не должен был бы опубликовать ради своей чести (pour son honneur): это „Письма к немецкой принцессе". Я не знаю, известны ли они вам; но если они вас интересуют, я мог бы послать вам один экземпляр при первом удобном случае." [1] И в другом письме: „...письма Эйлера к немецкой принцессе, которые вы желаете видеть и которые, может быть, вас позабавят выходками против вольнодумцев". [2] Даламбер в своем ответе Лагранжу остроумно

[1] Письмо Лагранжа Даламберу, Берлин, 2 июля 1769 г. Oeuvres, t. 13, p. 132.

[2] Письмо Лагранжа Даламберу, Берлин, 15 июля 1769 г. Oeuvres, t. 13, p. 143.

сравнивает эту работу Эйлера с имеющими печальную известность комментариями Ньютона к Апокалипсису: „... судя по тому, что вы мне о них (речь идет о сочинении Эйлера „Письма к немецкой принцесс“. *Л. П.*) говорите, это его комментарии к Апокалипсису. Наш друг великий аналитик, но довольно плохой философ“.[1] Отношение Лагранжа к одному из ученых иезуитов Босковичу, развивавшему в своих сочинениях систему взглядов, основанных на католических догматах, было резко отрицательное. Всякое явное влияние религии на науку отталкивало Лагранжа. Он пишет Кондорсе: „Я в восторге, что вы, наконец, отделались от Босковича: каковы бы ни были заслуги его трудов, я думаю, что они все же сто́ят больше, чем его личность. Он монах и иезуит, которого следовало бы сжечь“ (Il est moine et jesuite à bruler).“[2] Это одно из проявлений буржуазных черт миросозерцания Лагранжа.

Недаром Фридрих II, у которого он был президентом Академии, предпочитал Лагранжа Эйлеру, находя, что от последнего слишком „пахнет попом“. Лагранжу совершенно чужды телеологические рассуждения Мопертюи. И не находят у него никакого отклика слова Эйлера в письме к нему от 9 ноября 1762 г.: „Какое удовлетворение получил бы Мопертюи, если бы был еще жив, увидев свой принцип наименьшего действия возведенным на высшую ступень, доступную для него“.[3]

И, словно отвечая Эйлеру, Лагранж в своей „Mécanique analytique“ говорит, что он называет этот принцип принципом „наименьшего действия, по аналогии с тем, который Мопертюи дал под этим названием“.

Для Лагранжа принцип наименьшего действия не связан с тем специфическим теологическим содержанием, который вложил в него Мопертюи.

Итак, в первой своей юношеской работе Лагранж стоит на сугубо математической точке зрения, даже не затрагивая вопроса о содержании используемого им принципа. Здесь математический формализм, нрисущий Лагранжу, нашел чрезвычайно резкое выражение.

2

При решении задачи I рассматриваемого сочинения, Лагранж приходит к формуле, которая есть одна из возможных формулировок[4] так называемого принципа Даламбера[5] Точно так же при решении

---

[1] Письмо Даламбера Лагранжу, Париж, 16 июня 1769 г. Oeuvres de Lagrange. t. 13, p. 135.

[2] Письмо Лагранжа Кондорсе, Берлин, 24 февраля 1774 г. Oeuvres, t. 14. p. 20.

[3] Письмо Эйлера к Лагранжу от 9 ноября 1762 г. Oeuvres, t. 14, 201.

[4] Стр. 368.

[5] Математическую формулировку см. ниже.

задач VI,[1] VIII,[2] IX,[3] X[4], как необходимое и явно выступающее звено, употребляются различные уравнения, выражающие этот принцип.

Уже в 1764 г.[5] Лагранж употребляет принцип Даламбера в вариационной форме. Лагранж выясняет его связь с принципом возможных перемещений. И если принцип Даламбера непосредственно дает все нужные для решения задач механики уравнения движения, если „этот метод сводит все законы движения тел к законам их равновесия и таким образом сводит динамику к статике“,[6] то он должен лежать в основании динамики.

Построение динамики на основе этого принципа придает ей бо̀льшую стройность, элегантность и общность метода, к чему всегда стремился Лагранж. С другой стороны, желание освободиться от „метафизических“ моментов телеологического характера, связанных с принципом наименьшего действия, сыграло свою роль.[7] Не желая основывать механику на „рискованных“ и чуждых науке метафизических предпосылках, Лагранж в „Аналитической механике“ низводит принцип наименьшего действия на скромную роль некоторого вывода, получаемого при интегрировании основного уравнения.[8] Прошло почти тридцать лет и, опубликовывая новый труд по механике, всесторонне охватывающий ее разделы, он по-новому излагает этот вопрос.

В появившейся в 1788 г. „Аналитической механике“ Лагранж в построении динамики исходит уже не из принципа наименьшего действия, а из уравнения:[9]

$$\sum m\left(\frac{d^2x}{dt^2}\delta x+\frac{d^2y}{dt^2}\delta y+\frac{d^2z}{dt^2}\delta z\right)+\sum m(P\delta p+Q\delta q+ \\ +Q\delta r\,.\,.\,.\,.\,.\,.)=0 \qquad \text{(A)}$$

Если силы P, Q, R могут быть сведены к трем силам X, Y, Z, направленным по координатам x, y, z и ориентированным в направлении их убывания, то

$$P\delta p+Q\delta q+R\delta r+\,.\,.\,.\,.\,.=X\delta x+Y\delta y+Z\delta z,$$

[1] Стр. 406.
[2] Стр. 418.
[3] Стр. 435.
[4] Стр. 459.
[5] „Recherches sur la libration de la lune“. Oeuvres, t. 11.
[6] Méc. anal. Oeuvres, t. 11, 255.
[7] Нам кажется, что Э. Мах в своей „Механике“ несколько поверхностно разделался с вопросом об этой эволюции Лагранжа, усмотрев единственной причиной ее нежелание Лагранжа иметь дело с „метафизическими“ соображениями. На самом деле у Лагранжа были и другие основания, как это показано выше.
[8] Ср. также Jourdain в № 167 Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften.
[9] Уравнения (А) и (В) даны в обозначениях Лагранжа.

и мы получим из уравнения (A)

$$\sum m\left(\frac{d^2x}{dt^2}+X\right)\delta x+\sum m\left(\frac{d^2y}{dt^2}+Y\right)\delta y+\sum m\left(\frac{d^2z}{dt^2}+Z\right)\delta z=0. \qquad (B)$$

Уравнение (B) дает одну из обычных формулировок начала Даламбера.

Все остальные принципы, в том числе и принцип наименьшего действия, суть простые следствия этого основного уравнения динамики. Они выводятся путем математических преобразований из основного уравнения динамики. В этом и выражается принципиально аналитический характер механики Лагранжа. Обычно с этим аналитическим характером механики Лагранжа связано представление, что она не способна дать ничего нового в смысле физического содержания. Так, например, Мах пишет: „Новых принципиальных разъяснений относительно природы механических процессов от аналитической механики ожидать нельзя. Напротив того, принципиальное познание должно быть в существе своем закончено прежде, чем приступают к построению аналитической механики, ставящей себе целью лишь самое простое практическое решение задач". [1]

„Великая работа Лагранжа имеет значение экономическое". [1]

Но это ложная точка зрения. Она легко понятна у Маха, [2] для которого мышление тавтологично и не дает ничего нового по сравнению с материалом непосредственно данного в ощущениях, для которого весь аппарат теоретической механики служит лишь для пресловутой „экономии мышления". Не понимая внутренней связи анализа и синтеза в процессе познания, Мах не в состоянии отвести тому и другому надлежащее место в научном исследовании.

Мах не понимает того, что величины, которыми мы оперируем, имеют определенное материальное содержание. При производстве над ними известных математических преобразований мы ставим их в новые связи и отношения и тем самым гораздо глубже и полнее можем раскрыть их содержание. Поэтому аналитическая механика обогащает наше познание, раскрывая в механических явлениях такие стороны и связи, которые были раньше скрыты.

3

Принцип наименьшего действия Лагранж выводит, исходя из общей формулы динамики и закона живых сил.

Таким образом, весь вывод применим только к таким системам, которые удовлетворяют закону живых сил.

---

[1] Мах. Механика, стр. 401.

[2] Рабски следует Маху в этом вопросе Dannemann. Ср. его „Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange", Bd. II, 2. Aufl., S. 431.

Проследим ход рассуждений Лагранжа, который тем более интересен, что основная идея его сыграла значительную роль в последующем развитии этой области механики.

Если обозначить скорость каждого тела системы через v, то

$$v^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2.$$

В качестве отправного пункта имеем уравнение живых сил, которое раньше было получено Лагранжем в форме:

$$m\left(\frac{v^2}{2} + \Pi\right) = H, \qquad (1)$$

где H — произвольная постоянная (константа энергии системы, по современному определению).

$$\Pi \text{ есть} \int d\Pi = \int (Pd\rho + Qdq + Rdr + \ldots\ldots),$$

причем силы P, Q, R. . . направлены к определенному центру и суть функции расстояний ρ, q, r . . .

Иа (1) получаем:

$$m\,(v \cdot \delta v + \delta\Pi) = 0 \qquad (2$$

или, согласно определению Π,

$$(\Pi = P \cdot \delta p + Q \cdot \delta q + \ldots\ldots)$$

$$\sum m\,(P \cdot \delta p + Q \cdot \delta q + \ldots\ldots) = -\sum mv \cdot \delta v. \qquad (3)$$

Подставив полученное выражение (3) в общую формулу (А) динамики, получим:

$$\sum m\left(\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x + \frac{d^2y}{dt^2}\,\delta y + \frac{d^2z}{dt^2}\,\delta z - v \cdot \delta v\right) = 0. \qquad (4)$$

Преобразуем:

$$d^2x \cdot \delta x = d\,(dx \cdot \delta x) - dx \cdot d\delta x,$$

но

$$dx\delta dx = \frac{1}{2}\,\delta\,(dx^2),$$

ибо операции диференцирования и вариирования независимы друг от друга и переместительны. Отсюда:

$$d^2x\delta x = d\,(dx \cdot \delta x) - \frac{1}{2}\,\delta\,(dx^2)$$

и аналогично для y и z.

Пусть далее s — путь, проходимый телом в течение времени t, тогда

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}, \text{ а } dt = \frac{ds}{v}.$$

Вводя s, получаем:

$$d^2x\cdot\delta x+d^2y\cdot\delta y+d^2z\cdot\delta z=d\,(dx\cdot\delta x+dy\cdot\delta y+dz\cdot\delta z)-ds\cdot\delta ds$$

и

$$\frac{d^2x}{dt^2}\delta x+\frac{d^2y}{dt^2}\delta y+\frac{d^2z}{dt^2}\delta z=\frac{d\,(dx\delta x+dy\delta y+dz\delta z)}{dt^2}-v^2\cdot\frac{\delta ds}{ds}.$$

Подставляя это в уравнение (4), имеем

$$\sum m\left[\frac{d\,(dx\delta x+dy\delta y+dz\delta z)}{dt^2}-v^2\cdot\frac{\delta ds}{ds}-v\cdot\delta v\right]=0.$$

Приняв во внимание, что $v\delta ds+ds\delta v=\delta(vds)$ и умножив уравнение (5) на $dt=\frac{ds}{v}$, получим:

$$\sum m\left[\frac{d\,(dx\delta x+dy\delta y+dz\delta z)}{dt}-\delta\,(vds)\right]=0$$

или

$$d\sum m\left[\frac{dx}{dt}\delta x+\frac{dy}{dt}\delta y+\frac{dz}{dt}\delta z\right]-\delta\sum mvds=0, \qquad (6)$$

и, интегрируя:

$$\sum m\left(\frac{dx}{dt}\delta x+\frac{dy}{dt}\delta y+\frac{dz}{dt}\delta z\right)=\int\delta\sum mvds. \qquad (6a)$$

Операции интегрирования и вариирования переместительны и следовательно:

$$\int\delta\sum mv\,ds=\delta\sum m\int v\,ds$$

и если на границах интегрирования $\delta x=0$, $\delta y=0$, $\delta z=0$, т. е. вариированная траектория имеет те же начальные и конечные точки, что и действительное движение, то

$$\delta\sum m\int v\,ds=\sum m\left[\frac{dx}{dt}\delta x+\frac{dy}{dt}\delta y+\frac{dz}{dt}\delta z\right]_{\mathrm{I}}^{\mathrm{II}},$$

а так как правая сторона равна нулю, то, следовательно:

$$\delta\sum m\int v\,ds=0 \qquad (7)$$

и подинтегральная величина будет максимум или минимум, и мы можем сформулировать следующую теорему, выражаемую этим равенством:

„При движении произвольной системы тел, приводимых в движение силами взаимного притяжения или стремящимися к постоянным центрам и пропорциональными произвольным функциям расстояний, кривые, описанные различными телами, и их скорости необходимо таковы, что сумма произведений каждой массы на интеграл скорости, умноженной на элемент кривой, является максимумом или минимумом, при условии рассмотрения начальных и конечных точек каждой кривой, как заданных,

так что вариации координат, соответствующих этим точкам, будут равны нулю"[1].

Отмечая некоторую неясность этого предложения Лагранжа, Бертран (Bertrand) в примечании дает следующую формулировку:

„Интеграл $\Sigma m \int v ds$ имеет максимум или минимум в сравнении с аналогичными интегралами для других движений системы между теми же начальными и конечными точками, если эти движения вызываются теми же силами и если в них, несмотря на введение новых связей, которые допускаются принципом живых сил, остаются те же самые начальные и конечные точки."

После этого Лагранж так же изящно выводит из полученного принципа наименьшего действия общее уравнение динамики.[2] Отметим, что и при этом обратном выводе он пользуется как необходимым звеном законом сохранения живой силы. Мы видим, что для применимости принципа наименьшего действия Лагранж выдвигает определенные условия. Эти условия состоят в том, чтобы как для действительного, так и для варированного движения был применим закон живых сил. Но этот обратный вывод служит для Лагранжа иллюстрацией того, что принцип наименьшего действия не представляет собой только лишь любопытного свойства движения тел. Лагранж подчеркивает, что он может также служить для того, чтобы определить движение. В самом деле, на основании правил вариационного исчисления могут быть определены условия, при которых выражение $\Sigma m \int v ds$ имеет максимум или минимум. А затем, „на основании общего закона сохранения живых сил, всегда могут быть отысканы уравнения, которые выразят движение каждого тела" (Méc. anal., стр. 418).

4

Мы видим, что формальная эквивалентность уравнения динамики и принципа наименьшего действия математически установлена Лагранжем. Но здесь возникают два вопроса: 1) в какой мере эта формальная эквивалентность выражает эквивалентность по существу и 2) в какой мере убедительно доказательство Лагранжа?

---

[1] Oeuvres, t. I, p. 318, „Dans le mouvement d'un système quelconque des corps animés par des forces mutuelles d'attraction, ou tendantes à des centres fixes et proportionnels à des fonctions quelconques des distances, les courbes décrites par les différents corps et leurs vitesses sont nécessairement telles que la somme des produits de chaque masse par l'intégrale de la vitesse multipliée par l'élément de la courbe est un maximum ou un minimum, pour que l'on regarde les premiers et les derniers points de chaque courbe comme données, en sorte que les variations des coordonnées répondantes à ses points soient nulles."

[2] Ср. также Haas, A. E. Die Grundgleichungen der Mechanik, dargestellt auf Grund der geschichtlichen Entwicklung. 1914, стр. 189—200.

Что касается первого вопроса, то формальная эквивалентность ни в какой мере не отражает эквивалентности уравнений движения и принципа наименьшего действия по существу. Для того, чтобы убедиться, что положение дела действительно таково, достаточно указать на тот факт, что область применения принципа наименьшего действия шире области применения механических уравнений движения. В самом деле, класс задач, охватываемых принципом наименьшего действия, отнюдь не исчерпывается специально механическими задачами, но включает и ряд оптических проблем, как было известно и самому Лагранжу. У Лагранжа механика уже пришла к таким понятиям (принцип наименьшего действия) и к таким методам (метод обобщенных координат), смысл и полное значение которых могли раскрыться в полной мере только вне механики.

То, что Лагранж не учел этого обстоятельства объясняется во-первых, господством механистического миропонимания (в частном случае оптика, и в особенности геометрическая оптика, рассматривается просто как отдел механики) и, во-вторых, как уже было указано выше, общим формально-математическим направлением его мышления, для которого решающее значение имела математическая эквивалентность.

Кроме того, в XVIII в. накопленный научный материал необходимо толкал к освобождению физической науки от всякой телеологии и к завершению процесса отделения науки от теологии. А с другой стороны, так называемый принцип наименьшего действия, рационально понятый и освобожденный от теологического обоснования, еще не мог проявить всех тех замечательных особенностей и возможностей, которые заключены в нем. Для этого не было еще налицо достаточного развития других отделов физики (электродинамики, термодинамики и др.). Но Лагранж не замечает и того, что в его формулировке принципа наименьшего действия есть и по существу новый и важный момент. Этот новый момент состоит в сравнении действительно-осуществляемого движения с возможными движениями, которые мыслимы между одними и теми же начальными и конечными точками. Что же касается математической стороны доказательства Лагранжем эквивалентности уравнения динамики и принципа наименьшего действия, то и она давно вызывала сомнения, хотя и недостаточно основательные. [1]

Мы видели, что у Лагранжа сравниваются между собой два бесконечно-близкие движения, причем вариация обусловлена законом сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \Pi = \text{const},$$

т. е.

$$\delta\left(\frac{mv^2}{2}\right) = -\delta\Pi.$$

[1] Ср. напр. 1) A. Mayer. Geschichte des Prinzips der kleinsten Aktion. 2) Jahrb. über die Fortschr. der Math., 1871, S. 174.

Это условие требует, чтобы кинетическая энергия была определена во все время движения в любой точке.

Следовательно, и скорости вариированного движения не могут иметь произвольных значений. [1] Ясно поэтому, что нельзя сравнивать точки вариированного и действительного движения в один и тот же момент времени. Вообще говоря, мы не можем полагать $\delta t=0$.

Поэтому $\frac{d\delta x}{dt}$ отнюдь не равно $\delta \frac{dx}{dt}$, как пишет Лагранж, а

$$\frac{d\delta x}{dt}=\delta \frac{dx}{dt}+\frac{dx}{dt}\cdot\frac{d\delta t}{dt}.$$

Этот вопрос [2] имеет и значительный физический смысл. В самом деле, рассмотрим ближе смысл сопоставления действительного движения с вариированным. Мы исходим из предположения, что оба движения начинаются одновременно в некоторой точке A; в точку же B — конечное положение — они приходят не одновременно. Для точного представления операции вариирования надо сопоставить с каждой точкой действительной траектории точку вариированной орбиты. Без этого нельзя писать

$$\delta\int E_{\text{kin}}\,dt=\int\delta\,(E_{\text{kin}}\,dt).$$

В нашем случае сопоставляемые точки будут проходиться в различные моменты времени. Следовательно, вариация времени выражает различие времени, в которые проходятся соответственные положения траекторий.

Допустим, что внешние силы, действующие на тело, имеют потенциал; тогда можно определить вариацию следующим образом: для соответственных состояний сравниваемых орбит полная энергия должна быть одной и той же. Так как полная энергия равна $E_{kin}+E_{pot}$ и так как исходное движение задано, то для любого положения орбиты дана кинетическая и потенциальная энергия. Для соответствующего положения вариированной орбиты, сначала известна только зависящая от координат потенциальная энергия, и из налагаемого условия вариации сразу определяется для любого положения кинетическая энергия и вместе с тем скорость. [3]

У Лагранжа же при выводе из принципа наименьшего действия уравнения динамики выражение

$$\sum m\int v\cdot ds=0$$

---

[1] Ср. A. Mayer. Leipz. Ber., 1886, 38, стр. 343. Voss. Enz. d. math. Wiss., Bd. IV, I. Voss, Nachricht. v. d. Kön. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen, 1900, стр. 322.

[2] Более того, v для Лагранжа есть скорость, определяемая ур. живых сил так же, как для Эйлера.

[3] Ср. Hölder. Nachricht. v. d. Kön. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen, 1896, S. 122.

преобразуется следующим образом:
оно равно

$$\sum m \int (ds \cdot \delta v + v \cdot \delta ds) = 0.$$

Первый член

$$\sum m \int ds \cdot \delta v$$

дает

$$-\int dt \sum m (P\delta p + Q\delta q + \ldots\ldots)$$

при помощи уравнения живых сил в форме

$$\sum mv^2 = 2H - 2 \sum m\Pi.$$

Второй член после преобразований, „перестановки знаков Σ и $\int$ и предполагая dt постоянным", принимает вид

$$-\int dt \sum m \left(\frac{d^2 x}{dt^2}\delta x + \frac{d^2 y}{dt^2}\delta y + \frac{d^2 z}{dt^2}\delta z\right).$$

Этим, как очевидно, и решается задача выведения из принципа наименьшего действия общей формулы динамики.

Но при этом Лагранж не элиминирует скорости $v = \frac{ds}{dt}$, чем и создается известная неясность вывода и затемняется его физический смысл, так как, вообще говоря, у Лагранжа независимая переменная варьируется.

Уже Родриг в оставшейся незамеченной [1] работе, в 1816 г., определенно указал, что в принципе Лагранжа необходимо варьировать время. Но только Якоби нашел выражение принципа, лишенное неясностей.

В своей известной работе „Volesungen über Dynamik" [2] он замечает, что принцип наименьшего действия в форме Лагранжа не достаточно понятен. Этот принцип, требующий, чтобы

$$\sum \int mvds = \text{minimum},$$

как известно, действителен в тех случаях, в которых применим закон живых сил.

Однако для этого необходимо элиминировать при помощи закона живых сил время из этого интеграла и свести все подинтегральное выражение к величинам не заключающим времени.

Якоби решает эту задачу следующим образом:
Так как

$$v = \frac{ds}{dt},$$

то

$$\sum \int mvds = \sum \int \frac{m ds^2}{dt} = \int \frac{\Sigma m ds^2}{dt}.$$

[1] Olinde Rodrigues. Corresp. sur l'Ecole polyt., t. III, pp. 159—182, 1816.

[2] C. G. J. Jacobi. Vorlesungen über Dynamik, S. 44. Изд. A. Clebsch, 1866.

Напишем закон живых сил

$$\frac{1}{2}\sum mv^2 = U + H,$$

где U обозначает функцию П Лагранжа, а H — константу энергии. Отсюда

$$\frac{\Sigma\, mds^2}{dt^2} = 2(U+H)$$

и

$$\frac{1}{dt} = \sqrt{\frac{2(U+H)}{\Sigma\, mds^2}}.$$

Подставим это значение $\frac{1}{dt}$ в наш интеграл.

$$\int mvds = \int \sqrt{2(U+H)\ \ \Sigma\, mds^2}$$

и следовательно

$$\delta \int \sqrt{2(U+H)\cdot\ \Sigma mds^2} = 0. \qquad \text{(A)}$$

Таким образом задача блестяще разрешена.

В той форме, которую придал Якоби принципу наименьшего действия, связь его с законом живых сил видна еще более резко, чем у Лагранжа.

И в оценке принципа, в форме (А), Якоби во многом очень близок к Лагранжу. Он говорит, что „важность принципа наименьшего действия . . . заключается, во-первых, в форме, в которой он представляет диференциальные уравнения динамики, и, во-вторых, в том, что он дает такую функцию, которая имеет минимум, когда эти диференциальные уравнения удовлетворяются". Что же касается, так называемой метафизической стороны дела, то он замечает, „что трудно найти метафизическую причину для принципа наименьшего действия . . . , если он выражен в строгой и правильной форме (А)". [1]

Наконец отметим еще один момент, который возбуждал сомнения в выводе Лагранжа. [2]

Лагранж полагает: $dt = \text{const}$. Однако, как нетрудно усмотреть, это означает у Лагранжа (также и у Лапласа) только то, что t является независимой переменной, могущей иметь произвольное значение.

Таким образом, собственно математическая сторона рассуждений Лагранжа хотя и не лишена неясностей, но не является принципиально неверной. Нам важно было здесь, проанализировав характер операции варьирования, подвести к проблеме изохронной вариации, которая в отличие от Лагранжевой — изоэнергетической — разработана Гамильтоном в 30-х годах XIX в. Кроме того, еще раз отметим, что имею-

---

[1] C. G. J. Jacobi. См. цит. работу.

[2] A. Mayer. См. цит. работу.

щаяся формально-математическая эквивалентность принципов механики, показывая их связь, отнюдь не дает оснований для утверждений об их тождественности по содержанию и объему применения.

5

Произведем еще одно математическое преобразование, которое даст возможность глубже раскрыть смысл принципа. Любопытно отметить, что место, к рассмотрению которого мы сейчас переходим, появилось *лишь* во втором издании „Аналитической механики" и, следовательно, принадлежит к наиболее поздним высказываниям Лагранжа относительно принципа наименьшего действия. В этом высказывании Лагранж непосредственно восходит к Эйлеру, развивая указанную последним связь закона живых сил и принципа наименьшего действия.

Так как $ds = vdt$, то формула

$$\sum m \cdot \int vds,$$

которая имеет максимум или минимум, может быть написана в виде

$$\sum m \int v^2 dt$$

или

$$\int dt \sum mv^2,$$

где Σmv^2 обозначает живую силу всей системы в данный момент.

Эта формула дает Лагранжу возможность подойти к пониманию смысла принципа наименьшего действия. В самом деле, Лагранж отнюдь не так безразличен к физической стороне механических проблем, как это обычно полагают. Да и трудно было бы ожидать, чтобы Лагранж, живший в кругу людей, которые не только живо интересовались философией, но и иногда сами являлись крупными философами (например, Гольбах, Даламбер и др.), остался совершенно в стороне от проблемы обоснования механики и анализа содержания ее понятий. Исторической легендой является обычное представление о Лагранже как об ученом, который равнодушно и даже презрительно относился к философским проблемам. Мало кому известно что в жизни Лагранжа был целый период, когда он временно потерял интерес к математике и усиленно занимался философией, химией, медициной и другими науками. Все современники, знавшие его лично, указывают, что он хотя и не писал ничего на специально философские темы, но с большим интересом принимал участие в модных в то время философских беседах и спорах.

Для характеристики отношения Лагранжа к философским проблемам мы находим у Ф. А. Ланге любопытное указание. При изложении обстоятельств, связанных с выходом „взволновавшей весь образованный

мир" книги Гольбаха, он отмечает, что в силу ряда причин современники с трудом поверили в авторство Гольбаха. Даже когда было установлено, что книга вышла из его кружка, приписали авторство математику Лагранжу, который был домашним учителем в семье Гольбаха (другие же приписывали авторство Дидро). „Теперь, — пишет Ланге, — не подлежит никакому сомнению, что Гольбах истинный автор, хотя при выполнении отдельных частей принимали участие Лагранж — ученый специалист, Дидро и др." [1]

Наконец знаменитые введения к отдельным главам „Аналитической механики" представляют собою попытку подойти к обоснованию механических понятий и законов без „метафизики". Конечно, это не исключает того, что формальная сторона очень сильна у Лагранжа и что он, как замечает Гаусс, иногда слишком много полагался на символическое вычисление при решении задач, не давая себе достаточного отчета в каждом шаге своих математических выкладок. Поэтому чрезвычайно существенно бросить взгляд на подход Лагранжа к обоснованию диференциального исчисления.

Действительно, Лагранж прежде всего математик. И для нас особенно важно, что и в его отношении к обоснованию анализа бесконечно малых проявляются те же самые тенденции. Он сомневается в современном ему обосновании анализа и устраняет эти сомнения тем, что „отказывается от него (от анализа, *Л. П.*) как от общей дисциплины, понимая под ним просто собрание формальных правил, относящихся к частным специальным функциям". [2] Конечно, „такое самоограничение чисто формальными построениями устраняло для того времени целый ряд затруднений". [3]

В первую очередь это самоограничение давало возможность избавиться от всей той путаницы и неясности, которая существовала в основных принципиальных вопросах обоснования анализа. Маркс замечает, что „поскольку дело касается чистого анализа, Лагранж действительно отделался от всего того, что ему представляется метафизической трансцендентностью в Ньютоновских флюксиях, Лейбницовских бесконечно-малых различных порядков, в теории предельных значений исчезающих величин, в существовании $\frac{0}{0} = \frac{dy}{dx}$, как символа диференциального коэффициента". [4]

[1] Ф. А. Ланге. История материализма (перевод Вл. Соловьева, изд. 1899), стр. 222 К сожалению, Ланге не указывает источника, из которого он заимствовал это сообщение, так что нет возможности его проверить. Но так как мы здесь не исследуем биографию Лагранжа, то для нас имеет интерес уже самая возможность постановки вопроса об участии Лагранжа в работе над книгой, явившейся знаменем французского материализма XVIII века.

[2] Клейн, Ф. Вопросы элементарной и высшей математики, ч. I, стр. 133, изд. „Mathesis", Одесса, 1912 г.

[3] Ibid.

[4] Сб. Марксизм и естествознание, стр. 155, „Из математических рукописей Маркса".

Можно ли сказать, что Лагранж здесь разрешил проблему обоснования и построения системы анализа? Ни в коем случае. Во-первых, „определение функции, принимаемое Лагранжем, слишком узко“,[1] во-вторых, отказ от старых методов „не мешает тому, что в приложении своей теории к кривым и т. д., он сам постоянно нуждается в том или другом из этих метафизических представлений“.[2]

Таким образом и здесь проявляется характерное для Лагранжа стремление не отказываться от основных проблем, но решать их на пути известного формального самоограничения. Путь, который не может не быть связан с известным обеднением мысли.

6

Каким бы мало удовлетворительным ни представлялось нам это направление, мы все же видим, что Лагранж, завидовавший Ньютону, „на долю которого выпало счастье объяснить мировую систему“, не мог не пытаться выяснить смысл выводимых им соотношений. В чем же он усматривает смысл принципа наименьшего действия, сведенного им на положение следствия основного закона механики?

Ответ Лагранжа предуказан тем, что, как мы видели выше, область применения принципа ограничена для него сферой применения закона живых сил. Если вспомнить, что Лагранж показал, что принцип наименьшего действия может быть выражен в форме интеграла $\int dt \ \Sigma mv^2$, который должен равняться максимуму или минимуму, то станет совершенно ясен ответ Лагранжа на поставленный выше вопрос: „Таким образом принцип, о котором идет речь, сводится в сущности к тому, что сумма мгновенных живых сил всех тел с момента выхода из данных точек до того, когда они приходят к другим заданным точкам, является максимумом или минимумом. Можно было бы назвать его с большим основанием принципом наибольшей и наименьшей живой силы; и этот способ его рассмотрения имел бы преимущество быть общим как для движения, так и для равновесия, поскольку мы видим..., что живая сила системы всегда наибольшая или наименьшая в положении равновесия“.[3]

Таким образом, это толкование находит физический смысл принципа наименьшего действия в конкретизации закона живых сил. Но

---

[1] См. цит. соч. Клейна, стр. 359.

[2] Марксизм и естествознание, стр. 155, „Из математических рукописей Маркса“.

[3] Oeuvres, pert II, Méc. anal., p. 323—324: „Ainsi le principe dont il s'agit se réduit proprement à ce que la somme des forces vives instantanées de tous les corps depuis le moment où ils partent des points donnés jusqu'à celui où ils arrivent à d'autres points donnés, sont un maximum ou un minimum. On pourrait donc l'appeler avec plus de fondement le principe de la plus grande ou la plus petite force vive et cette manière de l'envisager aurait l'avantage d'être générale tant pour le mouvement que pour l'équilibre, puisque nous avons vu dans la troisième section de la 1-e partie (art. 22), que la force vive d'un système est toujours la plus grande ou la plus petite dans la situation d'équilibre“.

больше того: оно увязывается Лагранжем с установленным им раньше фактом из статики, заключающемся в том, что в случае равновесия живая сила всегда максимальна или минимальна.

Так как Лагранж по существу рассматривает системы, для которых действителен закон сохранения энергии

$$\frac{mv^2}{2} + \Pi(x, y, z) = \text{const.},$$

то это утверждение выражает тот факт, что в случае равновесия потенциальная энергия имеет всегда соответственно минимум или максимум.

По этому поводу Гаусс справедливо замечает, что приведенное положение Лагранжа скорее остроумно, чем правильно, так как минимум в случае положения равновесия и в случае движения имеет место в совершенно различном отношении. Развитая здесь Лагранжем точка зрения на принцип наименьшего действия разделялась рядом ученых того времени. Например, Лаплас, который расширил сферу приложения принципа в оптике, применив его к преломлению в кристаллах, [1] говорит о механическом содержании этого принципа: „Интеграл живой силы системы, умноженный на элемент времени, есть минимум, так что, следовательно, и с т и н н а я э к о н о м и я п р и р о д ы — есть экономия живой силы“. [2] Ограниченность этого толкования в настоящее время, после работ Гамильтона, Гельмгольца и других, после теории относительности и квантовой механики, — совершенно очевидна.

7

Итак мы видим, что Лагранж и здесь, как и в проблеме обоснования анализа, идет по пути известного самоограничения. Он ограничивает сферу применимости принципа наименьшего действия областью применимости закона живых сил, следуя в этом отношении за Эйлером. Он рассматривает свойство интеграла

$$\int dt \sum mv^2$$

давать минимум или максимум для действительного движения, как свойство аналитического характера. „У Лагранжа принцип наименьшего действия перестал уже иметь явно логическое значение, признаком которого было бы нечто большее, чем чисто аналитические свойства, выражающиеся возможностью делать вариацию нулем“, говорит Дюринг. [3] Но то, что Дюринг считает в этой цитате достоинством Лагранжа, на самом деле есть его недостаток. Ибо кроме „метафизики“ существует

[1] Ср. Hamilton. The math. papers, 1931, vol. I, p. 317.

[2] Laplace. Système du monde, I, III, ch. 5 (Oeuvres, t. VI, p. 205).

[3] Дюринг. Критическая история принципов механики, стр. 263.

также научный анализ физического содержания математических выражений.[1] И та попытка Лагранжа, которая была нами выше рассмотрена, представляет попытку раскрыть „логическое значение" принципа наименьшего действия. Но эта попытка основана на ограниченной базе и связана стремлением уйти от трудностей путем формального определения. Эта трактовка, конечно, не могла решить заключенной в принципе наименьшего действия проблемы. Но она имела то преимущество, что давала возможность „отделаться от всего того, что Лагранжу представлялось метафизической трансцендентностью" (Маркс, см. выше). Действительно, в заключение характеристики, данной им принципу наименьшего действия, Лагранж говорит, что он рассматривает его „не как метафизический принцип, а как простой и общий результат законов механики".[2]

Здесь, таким образом, Лагранж настойчиво и совершенно определенно отказывается от всякой метафизической трактовки принципа. Под метафизической же трактовкой тогда понималась теологически-телеологическое обоснование принципа наименьшего действия, образец которого имеется в работе Мопертюи.

Лагранж самое название „принцип наименьшего действия" употребляет лишь по традиции. Это название отнюдь не соответствует математической формулировке принципа. Телеология вытекает не из механики в ее математической формулировке, а привносится извне, предвзятыми и произвольными обобщениями и неопределенными наименованиями, „словно неопределенные и произвольные наименования составляют сущность законов природы и могут какой-то таинственной силой возводить в конечные причины простые результаты известных законов механики".[3]

Это весьма интересное место. Лагранж правильно подмечает произвольность наименования величины mvs — действием. Он указывает, что эта произвольность и неясность в терминологии дает возможность протаскивать телеологию туда, где ей иначе не было бы места. Эти даваемые нами наименования ни в коем случае „не составляют сущности законов природы".

Лагранж, вместе с тем, отвергает претензии принципа наименьшего действия на всеобщую значимость и на звание основного общего закона природы. Мы уже видели активное наступление теологии на науку под флагом самой науки в XVIII в., выразившееся в работах Мопертюи, отчасти Эйлера и др. И тот факт, что Лагранж отвергал всякие метафизические мотивы, связанные с нажимом на антропоморфно

---

[1] Между прочим, у самого Лагранжа можно найти примеры такого анализа.

[2] Méc. anal., p. 262.

[3] Méc. anal. Oeuvres, t. 11, p. 261 „...comme si dénominations vagues et arbitraires faisaient l'essence des lois de la nature et pouvaient par quelque vertu secrète ériger en causes finales de simples résultats de lois connues de la mécanique.

близкое нам „наименьшее действие“, давал лишний козырь материалистически-детерминистическому мировоззрению в его борьбе с идеалистической телеологией. [1]

Однако Лагранж, отвергнув притязания идеалистической телеологии в отношении обоснования принципа наименьшего действия, только отграничивает ее область от области науки. Он всегда был нейтрален, этот гениальный математик. Он уживался и с прусской монархией, и с Марией Антуанеттой, и с Великой французской революцией. [2] Люди, знавшие его лично, пишут в один голос, что все его существо „было проникнуто тихой иронией“. Он не был борцом, провозвестником какой-либо великой идеи; он только отделяет от себя и от своей механики телеологическую метафизику. Он больше всего любил покой и уединение. „Я занимаюсь геометриею спокойно и в тишине. А так как меня ничто и никто не торопит, то я работаю больше для моего удовольствия, нежели по должности; я похожу на вельмож, охотников строиться: я строю, ломаю, перестраиваю до тех пор, пока не выйдет что-нибудь такое, чем я остаюсь несколько доволен“. [3] А в письме к Лапласу он говорит: „Я рассматриваю ссоры, как совершенно бесполезные для преуспевания науки и как ведущие только к потере времени и покоя...“ [4] И недаром Лагранж дает в письме Даламбе́ру такую печальную характеристику состояния и перспектив математического исследования: „я думаю также, что шахта становится слишком глубока и что ее придется рано или поздно бросить, если не будут открыты новые рудоносные жилы. Физика и химия представляют ныне сокровища гораздо более блестящие и более легко эксплоатируемые; таким образом, повидимому, все всецело обратились в эту сторону, и воз-

---

[1] Отметим, что в работе, посвященной принципу наименьшего действия, Кнезер ни слова не говорит о позиции Лагранжа, в то же время усиленно размазывая высказывания Лейбница и Мопертюи. Это отношение к Лагранжу станет совершенно понятным, если принять во внимание, что основная идея книги Кнезера состоит в доказательстве того, что принцип наименьшего действия есть максима способности суждения в духе Канта. Лагранж при такой установке действительно выпадает, и в трогательной близости к кантианским установкам Кнезера оказываются, конечно, теологические я телеологические высказывания Лейбница и Мопертюи (Kneser, A. Das Prinzip der kleinsten Wirkung von Leibniz bis zur Gegenwart).

[2] Приводим некоторые даты биографии Лагранжа:

Жозеф Луи Лагранж родился 25 января 1736 г. в Турине, в семье военного казначея. В 1753 г.—профессор математики в Турине. В 1759 г.—член Берлинской Академии Наук. С 1766 г. — в Берлине президентом Берлинской Академии Наук. В 1787 г. приехал в Париж, где был благосклонно принят Марией-Антуанеттой и жил в Лувре. Во время Великой французской революции назначен в комиссию по новой системе метрических мер. Был профессором в École Normal, а потом École Polytechnique. Во время империи сенатор, граф империи, кавалер ордена Почетного легиона и т. д. Умер 10 апреля 1813 г.

[3] Из Араго „Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров“, перевод Перевощикова, 1859, стр. 351.

[4] Письмо Лагранжа Лапласу, Берлин, 5 июля 1779. Oeuvres, t. 14, p. 85.

можно, что места по геометрии в Академии Наук сделаются когда-нибудь тем, чем являются в настоящее время кафедры арабского языка в университетах".[1] Он пытается замкнуться в мир формальных определений и вычислений. Но это приводит к обеднению мысли. И как он завидует „этому чорту Монжу", у которого бывают такие гениально смелые идеи. И все же не может преодолеть гипнотизирующей силы своего вычислительного аппарата и всю жизнь чувствует неудовлетворенность своей работой. В итоге мы находим как в подходе Лагранжа к проблемам механики, так и в характере его влияния на последующее развитие этой науки, сложную картину. С одной стороны, своим отделением механики от телеологической метафизики Лагранж сыграл положительную роль и надолго определил соотношение механики и философии. Но именно постольку, поскольку здесь на место правомерно вытесняемой из науки телеологии подставлена философия, Лагранж послужил исходным пунктом для создания той особой манеры изложения проблем механики, которая может быть охарактеризована как чисто вычислительная механика. И безусловно к нему уходят корни развившегося в XIX в. формально-описательного направления в механике. Непосредственно к Лагранжу восходят взгляды Кирхгофа. В 1-м параграфе своих „Vorlesungen über mathematische Physik" (Bd. Mechanik, 1876) он говорит, что „задачей механики является описать полно и простейшим образом происходящие в природе движения". Для выполнения этой задачи Кирхгоф считает вполне достаточным представление пространства, времени и материи, так как „движение есть изменение координат со временем; то, что движется, есть материя". При помощи этих средств должна строиться механика, и при помощи их должны все „вспомогательные понятия конструироваться, которые при этом (построении механики *Л. П.*) окажутся необходимыми, например, понятия силы и массы". Нетрудно видеть непосредственную связь высказываний Кирхгофа и концепции Лагранжа.[2]

Еще в одном Лагранж может считаться предтечей современного формального метода. Аксиоматический характер изложения, крайняя абстрактность и общность — вот обычный характер сочинений Лагранжа. Основные элементарные невыводимые положения — вот исходный пункт.

Правда, Лагранж чувствует ограниченность и узость такого подхода. В механике он предпосылает отдельным главам исторические введения, в которых пытается, если не обосновать, то, по крайней мере, оправдать свои исходные положения. И это безусловно положительная

---

[1] Письмо Лагранжа Даламберу, Берлин, 21 сентября 1781. Oeuvres de Lagrange, t. 13, p. 368.

[2] Между прочим, необходимо отметить, что значительная часть современных курсов механики (теоретической, аналитической и т. п.), по своим общим установкам, непосредственно исходит из этих высказываний Кирхгофа и Лагранжа.

черта Лагранжа, роднящая его с Даламбером, — понимание историчности науки. Но после Лагранжа формализм доводится до логического конца, аксиоматический метод изложения дает науке внешний вид замкнутого, законченного целого. В новейших изложениях механики уже не чувствуется живого дыхания исторического движения человеческого познания, которое в тяжелой борьбе выковывает основные научные понятия и концепции.

8

Итак, если Лагранжем нацело отвергнуто всякое телеологическое обоснование принципа наименьшего действия, то в чем же состоит смысл и значение этого принципа? Все значение, которое можно приписать этому принципу, определяется его связью с законом сохранения живой силы и его математической формой выражения. „Этот принцип, увязанный с принципом живых сил и развитый на основе правил вариационного исчисления, прямо дает все уравнения, необходимые для решения любой задачи“ (Méc. anal).

Он действительно представляет собою общий метод решения проблем движения тел, но это ни в коем случае не есть самостоятельный, особый метод, а по самой своей сути „этот метод сам по себе является только королларием к изложенному во второй части этого труда“. [1]

Таким образом в „Аналитической механике“ принцип наименьшего действия ни в коей мере не является основным принципом механики (не говоря уже о природе).

Принцип наименьшего действия окончательно низводится до положения одного из следствий основного уравнения динамики Лагранжа, и снова воспрянуть ему предстоит лишь в работах гениального ирландского математика и физика Вильяма Роуэна Гамильтона.

Именно в той новой п о с у щ е с т в у форме, данной Гамильтоном рассматриваемому принципу, он станет важнейшим законом физики, о котором в своих лекциях по теоретической физике Планк говорит: „Все обратимые процессы, будь они по природе механического, электродинамического или термического характера, — все они подчинены одному и тому же принципу, дающему однозначный ответ на все вопросы, касающиеся хода процесса. Этот закон не есть принцип сохранения энергии, который, хотя и приложим ко всем явлениям, но определяет их ход не однозначно: это принцип более общий — принцип наименьшего действия“. [2]

---

[1] Méc. anal. Oeuvres, t. II, p. 262.

[2] Планк, М. Теоретическая физика. VII секция. Общая динамика, Принцип наименьшего действия, пер. Занчевского, 1911, стр. 120.

L. S. POLAK

LAGRANGE ET LE PRINCIPE DE LA MOINDRE ACTION

Prenant pour base les résultats bien connus des recherches scientifiques de Guéron, et surtout ceux de Fermat, aussi bien que les prépositions philosophiques et théologiques, Maupertuis a formulé en 1752 le principe de la moindre action. Ayant défini „l'action" comme *mvs*, où *m* représente la masse, *v* — la vitesse du corps et s — sa voie, il affirme, que dans tous les phénomènes de la nature cette quantité possède un minimum. Selon son opinion, il doit être possible de baser sur ce principe, théologiquement défini, toute la mécanique et la physique. Ce fait reliait intimement la science avec la théologie. Cette question provoqua immédiatement une polémique philosophique et physique, et ce problème fut un sujet de plus pour aiguiser la lutte entre les différentes classes sociales sur le champ de bataille idéologique de la France prérevolutionnaire. Une analyse détaillée de cette polémique est donnée dans le chapitre I de l'ouvrage de l'auteur concernant l'histoire du principe de la moindre action.[1] Dans le premier article traitant du principe de la moindre action Lagrange l'aborde en pur mathématicien, n'ayant intérêt que pour le côté analytique du problème. Après avoir généralisé le principe sur les cas différents du système des corps, et lui ayant donné la forme de $\delta\sum m\int vds = 0$ il présente la solution d'une série de problèmes,—en se basant toujours sur ce principe et en appliquant à ce travail la méthode de variation qu'il a élaborée. Pendant le temps qui s'écoula entre la publication de cet article (1761) et le moment de la publication de la „Mécanique analytique", Lagrange, — qui se basait sur les considérations mathématiques et philosophiques,—est arrivé à la conclusion, qu'il est nécessaire de baser la mécanique sur le principe des vitesses virtuelles et sur le principe de d'Alambert. La „Mécanique analytique" elle-même réduit le rôle du principe de la moindre action à celui d'une simple conséquence. La sphère de son application est limitée par celle de l'application de la loi des forces vives; en se servant de cette loi, Lagrange déduit le principe de la moindre action de l'équation fondamentale de la dynamique. C'est ici que Lagrange démontre leur équivalence mathématique formelle. Cette équivalence formelle ne peut pourtant nullement servir à exprimer leur équivalence essentielle. Dans son étude du principe Lagrange se sert dei la variation isoénergétique, qui réduit sensiblement la sphère de son application par rapport à la variation isochrone. Dans sa formule même Lagrange n'exclue point le temps, ce que Jakobi vit le premier et c'était lui qui donna au principe de la moindre action de Lagrange une forme ultimative et irréprochable.

---

[1] Le chapitre que nous publions ici est le chapitre II de cet ouvrage.

Lagrange a dénué le principe de la moindre action du sens téléologique, qui lui avait été attribué par Maupertuis et les autres. Il ne vit dans le principe de la moindre action d'autre sens, que le sens purement mécanique. Ce principe est la conséquence de la loi fondamentale de la mécanique. Son importance consiste en ce que, tout en étant intimement lié à la loi des forces vives, le principe de la moindre action permet de définir le mouvement. Le sens physique, qu'il renferme, consiste en une concrétisation de la loi des forces vives, parce que:

$$\sum m \int vds = \sum mv^2 \int dt.$$

La possibilité d'égaler la variation de cet intégrale à zéro, exprime la propriété du mouvement mécanique. Ici — de même, que dans ses fondations de l'analyse des infiniment petits,—Lagrange continue de se poser certaines limites et de rester formel. Ce fait ne lui permet pas de résoudre le problème, qui lui a été posé par l'histoire. La formalité a dépourvu ce problème de ses forces vives, et nous amène au schéma analytique.

En ce qui concerne la construction et la composition formelle, et la méthode de la narration axiomatique, Lagrange a été le fondateur de toute une série d'expositions de la mécanique („mécanique supputative"). Il a joué un rôle positif dans l'histoire de la science ayant tiré une ligne de démarcation bien nette entre la mécanique, comme science, et la métaphysique idéaliste. Cependant, tout en rejettant la métaphysique idéaliste, il rejetait aussi d'une façon peu judicieuse la conception philosophique des principes de la mécanique, qui n'était nullement idéaliste. C'est ainsi que Lagrange a défini pour longtemps le rapport, devenu traditionnel, entre la mécanique et la philosophie. Le problème de la moindre action, posé par la logique du développement de la mécanique et de l'optique, aussi bien que par d'autres branches de la physique, fut donné d'une façon différente et nouvelle en 1834—35 par le savant irlandais W. R. Hamilton.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. I, вып. 5

Акад. А. Н. Крылов

НЬЮТОНОВА ТЕОРИЯ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ РЕФРАКЦИИ[1]

В 1832 г., на чердаке одного дома в Лондоне, была обнаружена коробка, содержавшая разного рода рукописи и старые письма.

По ближайшем рассмотрении оказалось, что в числе этих бумаг имеется 27 писем Ньютона к Флемстиду, автобиография Флемстида, составленный им каталог неподвижных звезд, обширная переписка со многими современными ему учеными, а также с его неизменным и единственным в продолжение 30 лет помощником по Гриничской обсерватории Абраамом Шарпом (Abraam Sharp), который за сто лет перед тем в этом доме проживал.

Эти бумаги были доставлены вице-президенту Лондонского астрономического общества Фр. Бальи, им приведены в порядок, звездный каталог перевычислен и исправлен, и все представлено Королевскому Обществу (Лондонская Академия Наук), по постановлению которого все это в 1835 г. было издано в виде громадного тома in 4⁰ в 700 страниц, на средства, отпущенные Адмиралтейством.

Книга эта носит название „An account of the Rev-d *John Flamsteed*, the first Astronomer Royal, compiled from his own manuscripts and other authentic documents never before published, to which is added his catalogue of stars corrected and enlarged by *Francis Baily* Esq. London, 1835", LXXIII + 672 pp. in 4⁰; в продажу она не поступала, а была разослана обсерваториям, научным учреждениям и известным астрономам того времени, так что теперь эта книга довольно редкая (я случайно ее купил за $2^1/_2$ шиллинга на барахолке в Лондоне).

Появление этой книги обратило на себя внимание ученых, как о том можно судить по обстоятельной о ней рецензии астронома Био в „Journal des Savants" за 1836 г.

Письма Ньютона по большей части относятся к теории движения планет, спутников Юпитера, теории Луны и в связи с нею к теории астрономической рефракции, ибо Ньютон, не полагаясь на бывшие тогда в обиходе таблицы

---

[1] Сообщение, прочитанное в Институте истории науки и техники 16 октября 1934 г.

рефракции Кассини и Ла Гира, составил свои таблицы, которыми, как более точными, и советовал Флемстиду пользоваться, но их не разглашать.

Лишь в 1721 г., с согласия Ньютона, была опубликована в „Philosophical Transactions“ Галлеем, ставшим в 1719 г., после смерти Флемстида, королевским астрономом, одна из составленных Ньютоном таблиц рефракции, но без каких-либо указаний на способ ее составления.

В этой статье я излагаю Ньютонову теорию астрономической рефракции на основании тех кратких указаний, которые находятся в книге Бальи; я пользуюсь при этом современными обозначениями высшего анализа, но не выхожу за пределы того, чем в то время Ньютон владел, чтобы, сохраняя сущность и метод его рассуждений, представить их в привычной теперешнему читателю форме.

§ 1. Ньютонова теория астрономической рефракции мало известна. О ней не только в руководствах по астрономии, но даже в специальной литературе или упоминается как бы мимоходом, или же дается неправильное представление, так что сущность работы Ньютона до сих пор остается неиспользованной; между тем правильное и полное развитие его теории может внести простоту и ясность в изложение теории астрономической рефракции вообще, которое, если доводить его до конца, т. е. до действительного вычисления таблиц, при обычном теперь изложении представляет для учащихся не малые затруднения.

Вместе с тем, в своей теории Ньютон встретил дифференциальное уравнение, которое и проинтегрировал *численно*, и таким образом составил свою таблицу, — это был первый пример такого интегрирования, которое за последние 20—25 лет получило столь широкое распространение в приложениях математики к разного рода практическим вопросам, в особенности техническим.

При письме от 17 ноября 1694 г. Ньютон послал Флемстиду таблицу астрономической рефракции, „вычисленную при помощи некоторой теоремы“, которой, однако, в этом письме Ньютон не приводит.

В письме от 4 декабря 1694 г. Ньютон просит Флемстида не оглашать посланную ему таблицу, обещая прислать другую, вычисленную на основании более точных предположений; затем, 20 декабря 1694 г., он пишет Флемстиду следующее письмо:

„Кембридж, декабря 20, 1694 г.

„Сэр!

„Я не держал в секрете основание, послужившее для составления таблицы рефракции, но опустил его вследствие поспешности, с которою я писал мое последнее письмо. Согласно вашему желанию, я изложу его теперь.

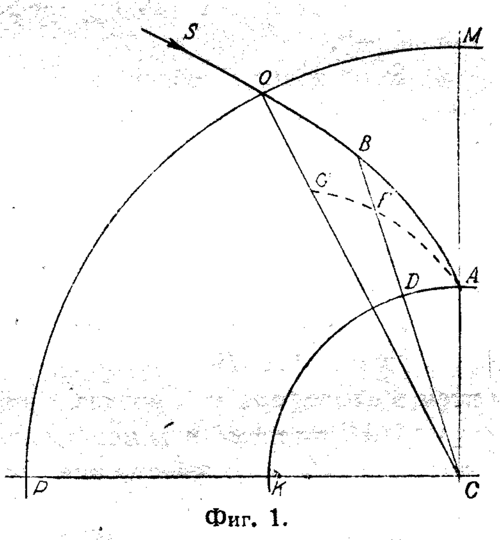
„Пусть (фиг. 1) *AK* представляет земной шар; предположим, что этот шар покрыт атмосферою, плотность которой убывает равномерно от поверхности Земли до верхней границы атмосферы, представляемой здесь кругом *MOP*. Пусть луч *SO* падает на границу

атмосферы в точке O и, при прохождении через атмосферу до наблюдателя A непрерывно преломляясь, изгибается в кривую OBA.

„От произвольной точки B этой кривой проводится прямая BC к центру Земли, пересекающая поверхность Земли в точке D. Берем между CB и CD среднюю пропорциональную CF, и пусть AFG есть геометрическое место точек F, т. е. та кривая, на которой постоянно находится точка F; если эта кривая AFG пересекает прямую OC в точке G, то полная рефракция луча, проходящего от O до A, пропорциональна площади $AFGC$, рефракция же при прохождении частей OB или BA сказанной кривой пропорциональна площадям $GFCG$ и $FACF$.

„Эта теорема может быть доказана геометрически, но доказательство слишком сложно для изложения в письме.

„Так как таблица рефракции, вычисленная мною на основании этой теоремы, согласуется с вашими наблюдениями[1] гораздо лучше, нежели обычные таблицы, то я полагаю, что вы признаете, что эта теорема представляет лучшее основание, нежели обычное предположение об однократном преломлении на границе атмосферы".



Фиг. 1.

Заметим здесь же, что кривая OBA неизвестна и длины BC и CD, между которыми надо брать среднюю пропорциональную CF, также неизвестны, Ньютон же никаких указаний о построении кривой OBA не дает, и так как Флемстид не настолько владел „прямым и обратным методом флюксий", чтобы самому уравнение этой кривой вывести, то едва ли из теоремы Ньютона он уяснил себе способ составления таблицы рефракции.

В письме от 15 января 1695 г. Ньютон между прочим пишет:

„. . . Теорема о рефракции, посланная вам, обладает тем недостатком, что преломляющая сила атмосферы предполагается вверху атмосферы столь же большою, как и внизу. Это заставило меня подумать о новой теореме, мне кажется, что я таковую нашел, и я хочу рассмотреть ее в дальнейшем. Площади в теореме, вам посланной, исчислены по лемме V третьей книги «Principia Math.», но это вычисление весьма сложно".

16 февраля 1695 г. Ньютон пишет:

„. . . Я все еще работаю над новой таблицей рефракции, но еще не закончил ее. Это — очень сложная и требующая большого труда

[1] Флемстид сообщил Ньютону сводку своих наблюдений при письме от 11 октября 1694 г., выдержка из которого приводится ниже в § 6.

работа, но кое-что мною уже сделано, ибо, предполагая, что строение атмосферы такое, как указано в предложении 22-м второй книги «Principia» (которое, несомненно, и есть истинное), я нашел, что если горизонтальная рефракция есть 34′, то рефракция при видимой высоте 3° составит 13′ 3″; если же рефракцию при видимой высоте 3° принять равной 14′, то горизонтальная рефракция составит немногим более 37 минут“.

Наконец, в письме от 15 марта 1695 г. Ньютон сообщает Флемстиду: „Я закончил таблицу рефракции и посылаю вам прилагаемую копию ее“.

Этой копии в собрании писем и бумаг, которыми пользовался Бальи не оказалось, но ниже мы по сопоставлению некоторых чисел покажем что это и есть таблица, опубликованная в 1721 г. Галлеем.

Ниже будут приведены выдержки из других писем Ньютона, относящиеся, главным образом, к этой второй таблице, а теперь перейдем к подробному рассмотрению его теоремы и способа составления первой его таблицы.

§ **2.** Докажем прежде всего теорему Ньютона.

Пусть $O \ldots B_{k+2} B_{k+1} B_k B_{k-1} \ldots B_1 A$ есть искривленный преломлением в атмосфере луч, попадающий в глаз наблюдателя в точке A, тогда угол $VAB_1 = z$ есть видимое зенитное расстояние, угол же $VEO = Z$ есть истинное зенитное расстояние, разность этих углов Ω и есть рефракция (фиг. 2).

Разделим угол $\Theta = VCO$ на n равных частей и положим, что число n неопределенно возрастает; тогда каждую из этих частей мы обозначим через $d\theta$, примем θ за переменную независимую и найдем уравнение криволинейного луча и выражение рефракции.

Очевидно, что если бы луч исходил из точки A по направлению AB_1, то он вышел бы из атмосферы в точке O по направлению OS на светило. Для удобства выкладок будем предполагать такой обращенный ход луча.

Делая указанные на чертеже (фиг. 2) обозначения, имеем для трех последовательных слоев атмосферы:

Радиусы:

$$CB_{k+1} = \varrho_{k+1} = \varrho + \frac{d\varrho}{d\theta} \cdot d\theta = \varrho + \dot{\varrho}\, d\theta$$

$$CB_k = \varrho_k = \varrho$$

$$CB_{k-1} = \varrho_{k-1} = \varrho - \frac{d\varrho}{d\theta}\, d\theta = \varrho - \dot{\varrho}\, d\theta$$

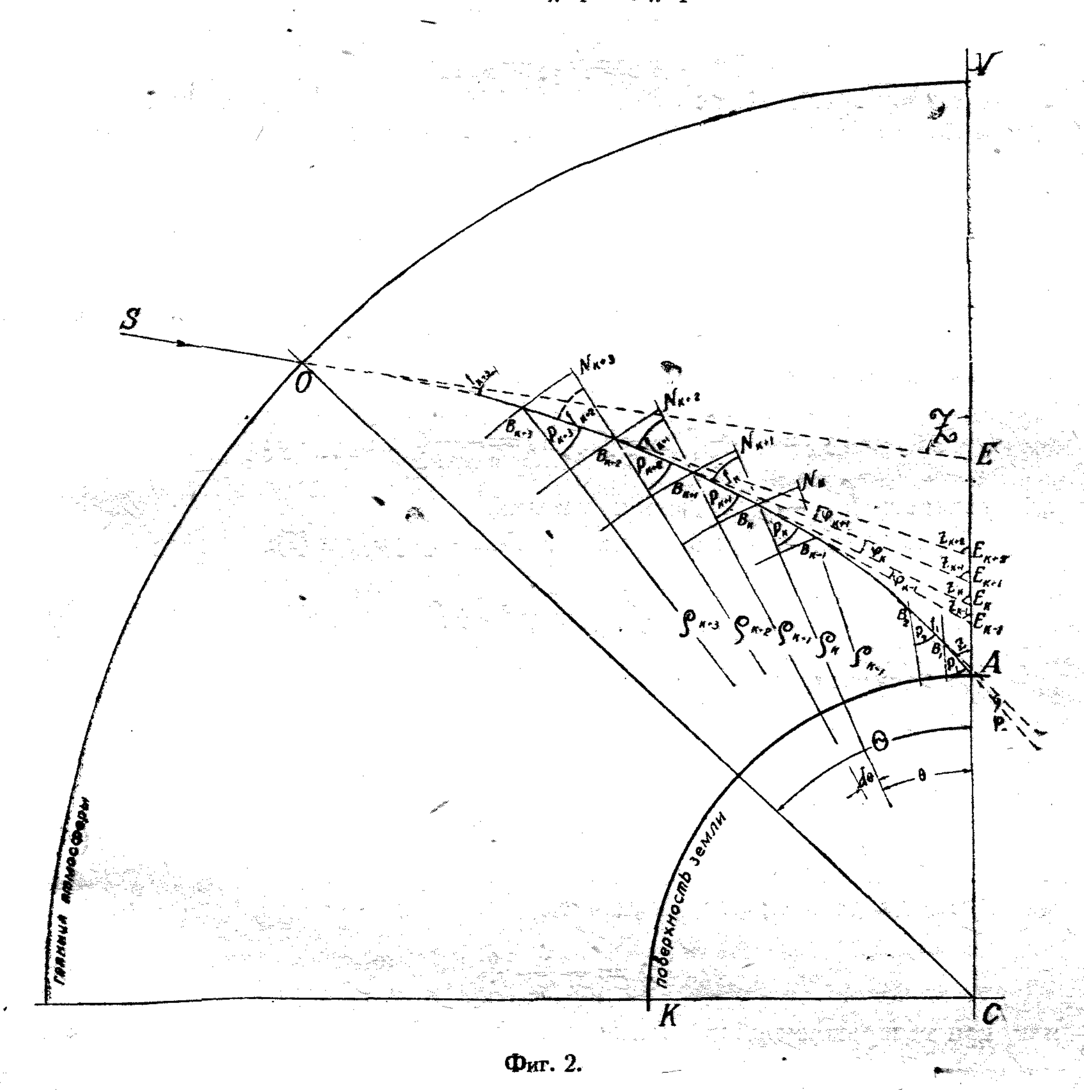
Показатели преломления:

слой между ϱ_{k-1} и $\varrho_k \ldots \mu_{k-1} = \mu - \frac{d\mu}{d\theta}\, d\theta = \mu - \dot{\mu}\, d\theta$

" " ϱ_k и $\varrho_{k+1} \ldots \mu_k = \mu$

По чертежу видно, что имеют место соотношения:

$$z_1 = z + \varphi_0$$
$$z_2 = z_1 + \varphi_1$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$z_k = z_{k-1} + \varphi_{k-1}$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$Z = z_{n-1} + \varphi_{n-1}$$



Фиг. 2.

Отсюда следует, что полный угол рефракции, т. е. при прохождении всей толщи атмосферы от O до A, есть

$$Z - z = \Omega = \varphi_0 + \varphi_1 + \varphi_2 \ldots + \varphi_k + \ldots + \varphi_{n-1}$$

угол же отклонения луча при прохождении от B_k до A есть

$$\omega_k = z_k - z = \varphi_1 + \varphi_2 + \ldots + \varphi_{k-1}$$

Отсюда, а также из чертежа, следует, что

$$\omega_{k+1} - \omega_k = \varphi_k$$

т. е.

$$d\omega_k = \dot{\omega}_k \, d\theta = \varphi_k$$

или, опуская значок k,

$$d\omega = \dot{\omega} \, d\theta = \varphi \qquad (1)$$

С другой стороны,

$$\varphi_k = f_{k+1} - p_{k+1}$$

но по закону преломления

$$\sin p_{k+1} = \frac{\mu_{k+1}}{\mu_k} \sin f_{k+1}$$

т. е.

$$\sin(f_{k+1} - \varphi_k) = \frac{\mu_k + \dot{\mu}_k \, d\theta}{\mu_k} \sin f_{k+1}$$

но

$$\sin(f_{k+1} - \varphi_k) = \sin f_{k+1} - \varphi_k \cos f_{k+1}$$

следовательно будет

$$\varphi_k = -\frac{\dot{\mu}_k}{\mu_k} \operatorname{tang} f_{k+1} \, d\theta = -\frac{\dot{\mu}_k}{\mu_k} \operatorname{tang} f_k \cdot d\theta$$

ибо разность $f_{k+1} - f_\mu$ бесконечно малая.

Опуская значок k, имеем на основании формулы (1):

$$\dot{\omega} = -\frac{\dot{\mu}}{\mu} \operatorname{tang} f \qquad (2)$$

Из элементарного треугольника $B_{k+1} B_k N_{k+1}$ следует

$$\operatorname{tang} f_k = \frac{\varrho_{k+1} \, d\theta}{d\varrho_k} = \frac{\varrho_k \, d\theta}{d\varrho_k} = \frac{\varrho_k}{\dot{\varrho}_k}$$

значит вообще будет

$$\operatorname{tang} f = \frac{\varrho}{\dot{\varrho}} \qquad (2')$$

Отсюда, на основании (2), имеем

$$\dot{\omega} = -\frac{\dot{\mu}}{\mu} \cdot \frac{\varrho}{\dot{\varrho}} \qquad (3)$$

или, при теперешнем обозначении,

$$\frac{d\omega}{d\theta} = \frac{d\mu}{d\varrho} \cdot \frac{\varrho}{\mu} \qquad (3')$$

Следовательно, *общее выражение рефракции, при какой угодно зависимости показателя преломления μ от расстояния ϱ до центра Земли, есть*

$$\Omega = -\int_{\theta}^{B} \frac{\varrho}{\mu} \cdot \frac{d\mu}{d\varrho} \cdot d\theta \qquad (3')$$

Ньютон для первой своей таблицы предположил, что плотность атмосферы, а значит и показатель преломления μ, убывает равномерно от поверхности Земли, соответствующей значению $\varrho = a$, до границы атмосферы, соответствующей значению $\varrho = R$. Обозначив показатель преломления у поверхности Земли через μ_0 и заметив, что на границе атмосферы он равен 1, получим

$$\mu = \mu_0 - \frac{\mu_0 - 1}{R - a}(\varrho - a) \tag{4}$$

Разность $\mu_0 - 1 = \varepsilon$ есть величина весьма малая, приблизительно равная $\frac{1}{3800}$, что Ньютону уже было известно. Заменив в формуле (4) μ_0 через $1 + \varepsilon$, получим:

$$\mu = 1 + \varepsilon \frac{R - \varrho}{R - a} \tag{4'}$$

$$\dot{\mu} = -\frac{\varepsilon}{R - a} \cdot \dot{\varrho}$$

Следовательно, с точностью до величин второго порядка относительно ε, иначе с относительною погрешностью меньшей $\frac{1}{3800}$, в нащем вопросе вполне пренебрежимой, можно писать

$$\frac{\dot{\mu}}{\mu} = -\frac{\varepsilon}{R - a} \cdot \dot{\varrho} \tag{5}$$

на основании уравнения (3) получим

$$\dot{\omega} = \frac{\varepsilon}{R - a} \cdot \varrho \tag{6}$$

откуда следует

$$\Omega = \frac{\varepsilon}{R - a} \int_0^\theta \varrho \, d\theta \tag{7}$$

Это и есть формула Ньютона, указанная в его письме к Флемстиду.

В самом деле, Ньютон не пользовался знаком интеграла, а заменял его определением площади кривой, для которой он давал уравнение или указывал построение. Так, в данном случае, обозначая на фиг. 1 радиус вектор BC через r, имеем

$$r^2 = a\varrho$$

площадь же $AGCA$ будет

$$AGCA = \frac{1}{2} \int_0^\theta r^2 \, d\theta = \frac{1}{2} a \int_0^\theta \varrho \, d\theta \tag{8}$$

отсюда, на основании (7), следует

$$\Omega = \frac{2\varepsilon}{a(R - a)} \cdot AGCA \tag{9}$$

как это и сказано у Ньютона, с тою лишь разницею, что он, по обычаю того времени, не дает выражения коэффициента пропорциональности, а лишь указывает таковую.

Очевидно, что для рефракции ω на части AB будет

$$\omega = \frac{2\varepsilon}{a(R-a)} \cdot ABC \tag{10}$$

§ 3. В формулу Ньютона входит неизвестная функция ϱ, которую надо выразить через θ, чтобы иметь возможность вычислять интегралы или площади. Кроме того, входит еще множитель

$$\frac{2\varepsilon}{a(R-a)} \tag{11}$$

заключающий постоянные ε и R, которые также нужно определить на основании наблюденных значений рефракции.

Относительно этих вычислений никаких указаний, кроме сказанного в письмах 15 января и 16 февраля 1695 г., не дано.

Лемма V третьей книги „Principia" гласит: „*Найти параболическую кривую, проходящую через какое-либо заданное число точек*". Здесь приводятся Ньютоном его формулы интерполяции для ординат, как равноотстоящих, так и распределенных как угодно. Затем, в следствии к этой лемме, сказано: „На основании этого можно находить по приближению площади любых кривых, ибо если взять на той кривой, площадь которой ищется, какое-либо число точек и вообразить, что через них проведена парабола, то площадь этой параболы будет приблизительно равна искомой площади кривой. Площадь же всякой параболы всегда может быть найдена по известным геометрическим способам".

Ясно, что в этих словах заключается сущность вывода всех формул приближенных квадратур, и из этих слов видно, что Ньютон владел теми из этих способов, которые следуют из формул интерполяции и постоянно применяются в астрономии под названием „механических квадратур".

Но в нашем вопросе ищется не площадь заданной кривой, но и сама эта кривая неизвестна, и ее надо предварительно определить или построить.

Мы имеем соотношение

$$\mu_k \sin p_{+1} = \mu_{k+1} \sin f_{k+1}$$

но из треугольника $B_{k+1}CB_k$ следует

$$\varrho_k \sin f_k = \varrho_{k+1} \sin p_{k+1}$$

Перемножив эти равенства, получаем

$$\mu_{k+1}\varrho_{k+1} \sin f_{k+1} = \mu_k \varrho_k \sin f_k$$

Совершенно так же будет

$$\mu_k \varrho_k \sin f_k = \mu_{k-1} \varrho_{k-1} \sin f_{k-1}$$

и т. д., что показывает, что произведение $\mu_k \varrho_k \sin f_k$ есть величина постоянная, так что, опуская значок k, имеем

$$\mu\varrho \sin f = c_1 = \mu_0 \sin z \qquad (12)$$

Но из уравнения (2′) имеем

$$\sin f = \frac{\varrho}{\sqrt{\varrho^2 + \dot{\varrho}^2}}$$

подставляя в уравнение (12), получаем следующее дифференциальное уравнение криволинейного луча:

$$\mu\varrho^2 = c_1 \sqrt{\varrho^2 + \dot{\varrho}^2}$$

или, решая относительно $\dot{\varrho}$

$$\dot{\varrho} = \frac{1}{c_1} \varrho \sqrt{\mu^2 \varrho^2 - c_1^2} \qquad (13)$$

в котором μ предполагается какою угодно заданной функцией от ϱ и постоянная c_1 есть

$$c_1 = \mu_0 a \sin z \qquad (12')$$

Таким образом, придерживаясь Ньютонова обозначения производной, мы имеем следующие три основных уравнения, заключающие в себе общую теорию астрономической рефракции:

$$\dot{\omega} = -\frac{\dot{\mu}}{\mu} \cdot \frac{\varrho}{\dot{\varrho}} \qquad (3)$$

$$\dot{\varrho} = \frac{1}{c_1} \varrho \sqrt{\mu^2 \varrho^2 - c_1^2} \qquad (13)$$

$$c_1 = \mu_0 a \sin z \qquad (12')$$

причем за переменную независимую принят угол θ. При обычных теперь обозначениях, из формулы (13) получается

$$d\theta = \frac{c_1 \, d\varrho}{\varrho \sqrt{\mu^2 \varrho^2 - c_1^2}}$$

Подставив это выражение в формулу (3′), мы получим для полной рефракции выражение

$$\Omega = -c_1 \int_a^R \frac{1}{\mu} \cdot \frac{d\mu}{d\varrho} \cdot \frac{d\varrho}{\sqrt{\mu^2 \varrho^2 - c_1^2}} \qquad (14)$$

имеющее место при *любой* зависимости показателя преломления μ от расстояния слоя ϱ до центра Земли.

Таким образом все дело свелось к выбору или установлению зависимости μ от ϱ и к вычислению интеграла (14) или, по терминологии Ньютона, квадратуры.

По отношению к показателю преломления μ Ньютон, как это следует из вышеприведенных его писем, сделал такие предположения:

а) для *первой* таблицы

$$\mu = 1 + \varepsilon \frac{R-\varrho}{R-a} \tag{4'}$$

б) для *второй* таблицы

$$\mu = 1 + \varepsilon e^{-k\frac{\varrho}{a}} \tag{4''}$$

как это видно по предложению 22-му второй книги „Principia", на которое он ссылается.

Что же касается квадратур, то он указывает, что они выполняются по формулам, следующим из его формул интерполяции.

Величины ε и R, входящие в формулу (4'), и величины ε и k, входящие в формулу (4''), определяются по значениям рефракции, наблюденной при двух различных зенитных расстояниях.

§ 4. Разовьем теперь, придерживаясь тех методов, которыми Ньютон вообще пользовался, формулы, служащие для вычисления *первой* его таблицы, и сличим числа, получаемые по этим формулам, с числами таблицы Ньютона.

Как уже сказано, для первой своей теории Ньютон принимает

$$\mu = \mu_0 + (\mu_0 - 1)\frac{\varrho - a}{R-a} \tag{15}$$

ход луча определяется вообще дифференциальным уравнением

$$c_1^2\dot{\varrho}^2 = \mu^2\varrho^4 - c_1^2\varrho^2 \tag{16}$$

и величина рефракции — равенством

$$\Omega = \frac{\varepsilon}{R-a}\int_0^\theta \varrho\, d\theta \tag{17}$$

Чтобы иметь в дальнейшем дело с безразмерными величинами, положим:

$$\frac{\varrho}{a} = 1+s;\quad \frac{R}{a} = 1+h;\quad \mu_0 = 1+\varepsilon;\quad \varepsilon = \eta h;\quad \frac{c_1}{h} = c = (1+\varepsilon)\sin z \tag{18}$$

иными словами, если будем выражать длины в долях радиуса Земли, то h представит высоту атмосферы и s — возвышение рассматриваемой точки над поверхностью Земли. При таких обозначениях уравнения (15), (16), (17) будут:

$$\mu = \mu_0 - \eta s \tag{15'}$$

$$c^2\dot{s}^2 = (\mu_0 - \eta s)^2(1+s)^4 - c^2(1+s)^2 \tag{16'}$$

$$\Omega = \eta\int_0^\theta (1+s)\, d\theta \tag{17'}$$

Когда Ньютон говорит, что для исчисления площади надо рассматриваемую кривую заменить параболической, проходящей через достаточное количество точек, на данной кривой взятых, то, выражаясь теперешними терминами, это означает — надо подинтегральную функцию разложить в ряд по целым положительным степеням переменной независимой, взяв в этом ряду достаточное для получения требуемой точности число членов, значит, надо величину s, определяемую уравнением (16′), разложить в ряд по степеням переменной независимой θ. То обстоятельство, что уравнение (16′) — дифференциальное, для применения способа неопределенных коэффициентов, которым пользовался Ньютон, никаких затруднений не представляло, так что, положив

$$s = \alpha\theta + \beta\theta^2 + \gamma\theta^3 \tag{18}$$

легко находим на основании уравнения (16):

$$\alpha = \frac{\sqrt{\mu_0^2 - c^2}}{c} \tag{19}$$

$$\beta = \frac{2\mu_0^2 - c^2 - \mu_0\eta}{2c^2} \tag{20}$$

$$\gamma = \frac{6\mu_0^2 - c^2 - 8\mu_0\eta + \eta^2}{6c^2}\alpha \tag{21}$$

Тогда, заметив, что

$$c = \mu_0 \sin z \tag{22}$$

получим:

$$\alpha = \operatorname{cotg} z \tag{19′}$$

$$\beta = \frac{2\mu_0 - \mu_0 \sin^2 z - \eta}{2\mu_0 \sin^2 z} \tag{20′}$$

$$\gamma = \frac{6\mu_0^2 - \mu_0^2 \sin^2 z - 8\mu_0\eta + \eta^2}{6\mu_0^2 \sin^2 z} \operatorname{cotg} z \tag{21′}$$

и, на основании формулы (17′), будет

$$\Omega = \eta\left[\Theta + \frac{1}{2}\alpha\Theta^2 + \frac{1}{3}\beta\Theta^3 + \frac{1}{4}\gamma\Theta^4\right] \tag{23}$$

причем угол Θ определяется равенством

$$h = \alpha\Theta + \beta\Theta^2 + \gamma\Theta^3 \tag{24}$$

ибо для точки входа луча в атмосферу

$$s = h \quad \text{и} \quad \theta = \Theta$$

приближенные значения тех величин, с которыми мы имеем дело, как покажет пробное вычисление, таковы:

$$\varepsilon \approx \frac{1}{3800}; \quad \eta \approx \frac{1}{6}; \quad h \approx \frac{1}{600}; \quad \Theta \approx \frac{1}{16} \tag{25}$$

так что коэффициенты β и γ умножаются на весьма малые числа, поэтому в их выражениях величиною ε, по сравнению с 1, можно пренебречь, тогда будет:

$$\left.\begin{aligned}\beta &= \frac{1}{2}(1-\eta)+\left(1-\frac{1}{2}\eta\right)\operatorname{cotg}^2 z\\ \gamma &= \frac{1}{6}(5-8\eta+\eta^2)\operatorname{cotg} z+\frac{1}{6}(6-8\eta+\eta^2)\operatorname{cotg}^3 z\end{aligned}\right\} \quad (26)$$

Когда $z=90°$, т. е. для горизонтальной рефракции Ω_0, мы получим:

$$a=0;\quad \beta=\frac{1}{2}(1-\eta);\quad \gamma=0 \quad (27)$$

$$\Omega_0=\eta\left[\Theta_0+\frac{1}{3}\beta\Theta_0^3\right] \quad (28)$$

$$h=\frac{1}{2}(1-\eta)\,\Theta_0^2 \quad (29)$$

Ниже будет показано, что величина рефракции при $z=45°$ есть

$$\omega=\varepsilon\left[1-\frac{1}{2}(1-\eta)\,h\right]\approx\varepsilon \quad (30)$$

Из этих уравнений, имея по наблюдениям значения Ω_0 и ω, легко находим величины: ε, η, h, приближенные значения которых указаны выше (формула 25).

При выводе формулы (23) мы принимали за переменную независимую величину θ, исходя из формулы (17), но можно исходить из формулы (17'), принимая за переменную независимую s, выразив $d\theta$ через ds из уравнения (16'); именно будет

$$d\theta=\frac{c\,ds}{(1+s)\sqrt{(\mu_0-\eta s)^2(1+s)^2-c^2}}$$

и мы получим

$$\frac{1}{c\eta}\Omega=\int\limits_0^h\frac{ds}{\sqrt{(\mu_0-\eta s)^2(1+s)^2-c^2}} \quad (31)$$

Очевидно, что по теперешней терминологии интеграл в правой части — эллиптический первого рода, стоит только его привести к каноническому виду, чтобы воспользоваться таблицами Лежандра, но эти таблицы были изданы в 1826 г. — через 99 лет после смерти Ньютона, который, очевидно, вычислял этот интеграл совершенно иначе, разлагая подинтегральную функцию в ряд по степеням переменной независимой.

Прежде чем к такому разложению приступать, надо отдать себе отчет об относительной величине членов, чтобы для упрощения выкладок заранее отбросить те члены, которые на точность результата не влияют.

Мы видели, что приближенные значения постоянных таковы:

$$h\approx\frac{1}{600};\quad \eta\approx\frac{1}{6};\quad \varepsilon\approx\frac{1}{3800},\quad \mu_0=1+\varepsilon$$

Подкоренной многочлен, который мы обозначим через Q, в развитой форме есть

$$Q = \mu_0^2 - c^2 - 2\mu_0 \eta s + 2\mu_0^2 s + \mu_0^2 s^2 + \eta^2 s^2 - 4\mu_0 \eta s^2 - 2\mu_0 \eta s^3 + 2\eta^2 s^3 + \eta^2 s^4$$

Члены, содержащие переменную s, имеют наибольшие абсолютные значения, когда $s = h \approx \frac{1}{600}$, так что будет:

$$\mu_0^2 - c^2 = \mu_0^2 \cos^2 z$$
$$2\mu_0^2 h = 2 \cdot \frac{1}{600} = \frac{1}{300}$$
$$2\mu_0 \eta h = 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{600} = \frac{1}{1800}$$
$$\mu_0^2 h^2 = 1 \cdot \frac{1}{600} \cdot \frac{1}{600} = \frac{1}{360000}$$
$$4\mu_0 \eta h^2 = 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{360000} = \frac{1}{540000}$$
$$\eta^2 h^2 = \frac{1}{36} \cdot \frac{1}{360000} = \frac{1}{12960000}$$
$$2\mu_0 \eta h^3 = 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{216000000} = \frac{1}{648000000}$$
$$2\eta^2 h^3 = 2 \cdot \frac{1}{36} \cdot \frac{1}{216000000} = \frac{1}{3888000000}$$
$$\eta^2 h^4 = \frac{1}{36} \cdot \frac{1}{129600000000} = \frac{1}{4665600000000}$$

Сумма первых трех членов, принимая во внимание их знаки, даже при $z = 90°$ равна $\frac{1}{360}$, при значениях же $z > 90°$ будет больше $\frac{1}{360}$; алгебраическая сумма следующих двух членов есть $\frac{1}{1080000}$, значит, отбрасывая их, мы сделаем в $\sqrt{Q}$ относительную погрешность $\frac{1}{2} \cdot \frac{360}{10800000} = \frac{1}{6000}$, которая в этом вопросе вполне пренебрежима; отсюда видно, что в выражении Q все члены, кроме первых трех, могут быть отброшены, и мы можем брать

$$\frac{1}{c\eta} \Omega = \int_0^h \frac{ds}{\sqrt{\mu_0^2 \cos^2 z + 2\mu_0^2 s - 2\mu_0 \eta s}} \qquad (32)$$

Очевидно, что этот интеграл сейчас же находится в конечном виде, что и сделано ниже, но пока

$$\mu_0 \cos^2 z > 2(\mu_0 - \eta) h$$

т. е. в круглых числах $\cos^2 z > \frac{1}{360}$; $\cos z > 0.0527$, т. е. $z < 87°$, мы имеем разложение

$$\frac{1}{\sqrt{Q}} = \frac{1}{\mu_0 \cos z} \left[1 + \frac{2(\mu_0 - \eta)}{\mu_0} \frac{s}{\cos^2 z}\right]^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{\mu_0 \cos z} \left[1 + n \frac{s}{\cos^2 z}\right]^{-\frac{1}{2}} =$$
$$= \frac{1}{\mu_0 \cos z} \left[1 - \frac{1}{2} n \cdot \frac{s}{\cos^2 z} + \frac{3}{8} n^2 \frac{s^2}{\cos^4 z} - \ldots\right]$$

По подстановке и интегрировании, получим

$$\Omega = \eta \operatorname{tang} z \left[h - \frac{1}{4} nh^2 \cdot \frac{1}{\cos^2 z} + \frac{1}{8} n^2 h^3 \cdot \frac{1}{\cos^4 z} - \dots \right]$$

и, заменив $h\eta$ его величиною ε и $\frac{1}{\cos^2 z}$ через $1 + \operatorname{tang}^2 z$, имеем по приведении:

$$\Omega = \varepsilon \left[1 - \frac{1}{4} nh + \frac{1}{8} n^2 h^2 \right] \operatorname{tang} z - \frac{1}{4} \varepsilon \cdot nh (1 - nh) \operatorname{tang}^3 z +$$
$$+ \frac{1}{8} \varepsilon n^2 h^2 \operatorname{tang}^5 z - \dots$$

но

$$n = \frac{2(\mu_0 - \eta)}{\mu_0} \approx 2(1 - \eta); \quad nh \approx \frac{2}{600} \cdot \frac{5}{6} \approx \frac{1}{360}$$

поэтому можно писать

$$\Omega = \varepsilon \operatorname{tang} z - \frac{1}{2} \varepsilon (1 - \eta) h \operatorname{tang}^3 z + \frac{1}{2} \varepsilon \cdot (1 - \eta)^2 h^2 \operatorname{tang}^5 z$$

или, при вычислении в секундах,

$$\Omega = K \operatorname{tang} z - L \operatorname{tang}^3 z + M \operatorname{tang}^5 z \qquad (33)$$

причем

$$\left.\begin{aligned} K &= 206265\varepsilon \\ L &= \frac{1}{2} K \cdot (1 - \eta) h \\ M &= L (1 - \eta) h = \frac{1}{2} K (1 - \eta)^2 \cdot h^2 \end{aligned}\right\} \qquad (34)$$

Формула (33) по самому ее выводу имеет смысл, пока $z < 87°$, но практически, когда $z > 81°$, ряд становится медленно сходящимся, довольствоваться написанными тремя первыми его членами уже нельзя, и для вычисления рефракции при $z > 81°$ надо пользоваться или формулой (23), или же тою формулою, которая получится, выполнив в конечном виде интегрирование в формуле (32); для этого положим

$$Q(s) = \mu_0^2 \cos^2 z + 2(\mu_0^2 - \mu_0 \eta) s = 2(\mu_0^2 - \mu_0 \eta) t^2$$

тогда получим

$$ds = 2t\,dt$$

$$\frac{1}{\sqrt{Q(s)}} = \frac{1}{\sqrt{2(\mu_0^2 - \mu_0 \eta)}} \cdot \frac{1}{t}$$

пределы интегрирования

$$p = \frac{\mu_0 \cos z}{\sqrt{2(\mu_0^2 - \mu_0 \eta)}} \quad \text{и} \quad q = \frac{\sqrt{\mu_0^2 \cos^2 z + 2h(\mu_0^2 - \mu_0 \eta)}}{\sqrt{2(\mu_0^2 - \mu_0 \eta)}}$$

и будем иметь:

$$\frac{1}{\mu_0 \eta \sin z}\,\Omega = \frac{1}{\mu_0^2 - \mu_0 \eta}\left[\sqrt{\mu_0^2 \cos^2 z + 2h(\mu_0^2 - \mu_0 \eta)} - \mu_0 \cos z\right] = \\ = \frac{2h}{\mu_0 \cos z + \sqrt{\mu_0^2 \cos^2 z + 2h(\mu_0^2 - \mu_0 \eta)}} \tag{35}$$

Положив в этих формулах $z = 90^\circ$ и $z = 45^\circ$, получим, заменив μ_0 через 1:

$$\left.\begin{aligned} \Omega_0 &= \eta \sqrt{\frac{2h}{1-\eta}} \\ \omega &= \varepsilon \end{aligned}\right\} \tag{36}$$

Первая из этих формул следует из формул (28) и (29), если пренебречь членом $\frac{1}{3}\beta\,\Theta_0^3$ в формуле (28), вторая следует из формулы (33), отбросив в ней весьма малые члены, содержащие множители $\operatorname{tang}^3 z$ и $\operatorname{tang}^5 z$, когда, при $z = 45^\circ$, $\operatorname{tang} z = \operatorname{tang}^3 z = 1$. Формулы (36), по присоединении к ним соотношения

$$h = \frac{\varepsilon}{\eta} \tag{37}$$

и послужат нам для определения величин η и h.

После того как эти величины найдены, вычисление рефракции может быть произведено по формуле (35), которая дает

$$\Omega = \frac{2\varepsilon \cdot \mu_0 \sin z}{\mu_0 \cos z + \sqrt{\mu_0^2 \cos^2 z + 2h(\mu_0^2 - \mu_0 \eta)}} \tag{37}$$

или, заменив $\mu_0 = 1 + \varepsilon$ через 1 и вычисляя в секундах, имеем

$$\Omega = \frac{2K \sin z}{\cos z + \sqrt{\cos^2 z + 2h(1-\eta)}} \tag{38}$$

Хотя вычисление по этой формуле и весьма просто, но для углов $z \leq 81^\circ$ еще проще вычислять по формуле

$$\Omega = K \operatorname{tang} z - L \operatorname{tang}^3 z + M \operatorname{tang}^5 z \tag{33}$$

причем значения коэффициентов даются формулой (34), и лишь для значений $z \geq 81^\circ$ производить вычисление по формуле (38).

Само собою разумеется, что для определения величин η и h можно взять любую пару наблюдений рефракции при зенитных расстояниях, достаточно разнящихся одно от другого, или же, применяя методу наименьших квадратов, учесть всю совокупность имеющихся наблюдений. При Ньютоне этой методы не было, но он имел свою методу для исправления элементов кометных орбит по совокупности наблюдений, как то видно из предложения XLII, задача XXII, третьей книги „Principia“, которое гласит: „*Исправить найденную орбиту кометы*“. Метода, здесь изложенная, приложима и к исправлению значений η и h.

Ньютон, который, как известно,[1] превосходно, весьма тонко и точно чертил, применяя приближенные методы, пользовался и графическими приемами, причем при определении кометных орбит он действовал в определенной постепенности, которую в конце своего сочинения „De Mundi Systemate“ характеризует такими словами: „haec omnia perago primum graphice opere celeri et rudi, dein graphice maiori cum diligentia, ultimo per calculum numeralem“, т. е. „все это я выполняю сперва графически наскоро и грубо, затем графически с большею тщательностью и наконец численным расчетом“, всякий же расчет Ньютон производил „accuratissime“.

Следуя этому указанию, было бы естественно построить, сперва в мелком, а потом в крупном масштабе, график, откладывая по оси абсцисс tang z и по оси ординат величину рефракции Ω, которая Ньютону была известна по результатам наблюдений, сообщенных ему Флемстидом 11 октября 1694 г. (см. ниже), и оказалось бы, что все точки для значений z от 0° до 72° лежат на одной прямой или весьма близко к таковой. Уклон этой прямой доставляет значение K, а расположение точек на прямой показывает, что в этих пределах члены с коэффициентами L и M ничтожно малы; этим для величины K была бы учтена вся совокупность наблюдений.

Не имея наблюдений Флемстида, мы обратимся к самой Ньютоновой таблице и, написав формулу

$$\Omega = K \operatorname{tang} z$$

возьмем $z = 45°$, тогда будет $K = \Omega_{45°} = 53''$, и, пользуясь простой логарифмической линейкой, в несколько минут времени (opere celeri) получим следующую табличку, в которой значения, вычисленные по формуле

$$\Omega = 53'' \operatorname{tang} z$$

сопоставлены с числами таблицы Ньютона (refractio verna et autumna).

z	53″ tang z	По табл. Ньютона	z	53″ tang z	По табл. Ньютона	z	53″ tang z	По табл. Ньютона
12°	11″.3	11″	33°	34″.4	34″	54°	73″.0	73″
15	14.2	14	36	38.5	38	57	81.6	81
18	17.2	17	39	42.9	43	60	91.8	91
21	20.4	20	42	47.7	48	63	104.0	103
24	23.6	23	45	53.0	53	66	119.0	118
27	27.0	27	48	58.8	59	69	138.0	137
30	30.6	30	51	65.5	65	72	163.0	162

[1] См., например, его чертеж, представляющий разрез глаза овцы, приведенный в книге: Brewster „Memoirs of Newton“.

Как видно, совпадение почти полное, в особенности приняв во внимание, что числа Ньютона, очевидно, округлены до ближайшей целой секунды.

Для следующего приближения берем формулу

$$\Omega = K \operatorname{tang} z - L \operatorname{tang}^3 z + M \operatorname{tang}^5 z$$

и так как неизвестно, какое значение было бы при вычислении получено Ньютоном и насколько он его округлил, то берем Ω_{45° последовательно равными: 53.″00; 52.″75; 52.″38, соответственно чему получаем такие же значения и для K.

По каждому из этих значений, на основании формулы (34), находим соответствующее значение ε.

Затем, по значению горизонтальной рефракции

$$\Omega_0 = 2000''$$

находим величины η и h; вычисляем, пользуясь ими, L и K по формулам:

$$L = \frac{1}{2} K (1 - \eta) h$$

$$M = L (1 - \eta) h = \frac{1}{2} K (1 - \eta)^2 \cdot h^2$$

после чего по формуле (34) вычисляем рефракцию Ω и сличаем ее с показанной в таблице Ньютона.

Поступая таким образом, мы приближенные значения постоянных ε и h, которыми пользовался Ньютон, определяем предварительно по формулам (28) и (29).

Поясним этот процесс примером. Мы имеем равенство, вычисляя в секундах,

$$K = 206265\, \varepsilon$$

и пусть $K = 52.''75$, тогда получим

$$\varepsilon = \frac{52.75}{206265} = 0.00025696 \approx \frac{1}{3891}$$

На основании формул (28) и (29) для горизонтальной рефракции, удерживая лишь первые члены, имеем:

$$\Omega_0 = \eta \Theta_0$$

$$h = \frac{1}{2} (1 - \eta) \Theta_0$$

$$h\eta = \varepsilon$$

отсюда следует

$$\eta = \frac{\Omega_0^2}{2\varepsilon + \Omega_0^2} \tag{39}$$

или при вычислении в секундах и $\Omega_0 = 2000'$:

$$\eta = \frac{(2000)^2}{2\cdot 52{,}75\cdot 206265 + (2000)^2} = 0.15527$$

$$h = \frac{\varepsilon}{\eta} = 0.0016471 \approx \frac{1}{607}$$

$$\theta_0 = 0.06245 \approx \frac{1}{15.5}$$

$$\log L = \bar{2}.4764$$

$$\log M = \bar{5}.7080$$

таким образом будет

$$\Omega = 52',75 \operatorname{tang} z - [\bar{2},4764]'' \operatorname{tang}^3 z + [\bar{5},7080]'' \operatorname{tang}^5 z$$

Затем, в табл. I, пользуясь четырехзначными логарифмами, произведено вычисление рефракции и сличение вычисленных по этой формуле значений с показанными в таблице Ньютона.

Совершенно так же поступлено и для значений

$$\Omega_{45^\circ} = 53'.00 \text{ и } \Omega_{45^\circ} = 52'.38$$

Самое вычисление, его результаты и их сличение показаны в таблицах II и III.

Эти результаты показывают, что числа табл. III совпадают с числами Ньютона (отличаясь от них в редких случаях, и то для больших зенитных расстояний, на 2"), что дает основание предполагать, что для значений до $z = 85^\circ$ рефракция вычислена Ньютоном и по формуле (33) или по формуле, ей эквивалентной.

Возможно, что Ньютон ограничивался двумя членами и вычислял рефракцию для значений $z \leqq 78^\circ$ по формуле

$$\Omega = K \operatorname{tang} z - L \operatorname{tang}^3 z \qquad (40)$$

взяв $K = 52'.75$; $L = 0'.03$; ибо, как показывает табл. II, при этих значениях получается наилучшее согласие с числами Ньютона.

Заметим здесь же, что значение $h = 0.0016471 \approx \frac{1}{607}$ дает для границы атмосферы слишком малую величину, всего в 10.3 км, совершенно не отвечающую значению, следующему из явления вечерней и утренней зари, которое приводит к значению около $\frac{1}{50}$ радиуса Земли, т. е. около 125 км, как это было известно еще со времен Альгацена, т. е. XII в. Это было одним из обстоятельств, заставивших Ньютона заменить свою первую теорию второю; но прежде чем к ней перейти доведем разбор первой теории до конца, т. е. покажем, каким образом может быть вычисляема рефракция для значений $z > 78^\circ$, когда формула (40) становится непригодной.

Таблицы I, II, III

Вычисление рефракции по формуле

$$\Omega = K \operatorname{tang} z - L \operatorname{tang}^3 z + M \operatorname{tang}^5 z$$

а) Общие для всех таблиц вспомогательные величины

$\log \operatorname{tang} z$; $3 \log \operatorname{tang} z$; $5 \log \operatorname{tang} z$

Вписываются на три отдельные полоски бумаги

z	$\log \operatorname{tang} z$	z	$\log \operatorname{tang} z$	$3 \log \operatorname{tang} z$	$5 \log \operatorname{tang} z$	z	$\log \operatorname{tang} z$	$3 \log \operatorname{tang} z$	$5 \log \operatorname{tang} z$
12°	$\bar{1}$.3275	48°	0.0456	0.1368		82°	0.8522	2.5566	4.2610
15	.4281	51	.0916	0.2748		83	0.9109	2.7327	4.5545
18	.5118	54	.1387	0.4161		84	0.9784	2.9352	4.8920
21	.5842	57	.1875	0.5625		85	1.0580	3.1740	5.2900
24	.6486	60	.2386	0.7158					
27	.7072	63	.2928	0.8784					
30	.7614	66	.3514	1.0542					
33	.8125	69	.4158	1.2474	2.0790				
36	.8613	72	.4882	1.4646	2.4410				
39	.9084	75	.5719	1.7157	2.8595				
42	$\bar{1}$.9544	78	.6725	2.0175	3.3625				
45	0.0000	81	0.8003	2.4009	4.0015				

Таблица I

$K = 53''.00$; $\log K = 1.7243$; $\log L = \bar{2}.5708$; $\log M = \bar{5}.7173$

z	$\log K \operatorname{tang} z$	$\log L \operatorname{tang}^3 z$	$\log M \operatorname{tang}^5 z$	$K \operatorname{tang} z$	$L \operatorname{tang}^3 z$	$M \operatorname{tang}^5 z$	Ω	По табл. Ньютона	$\Omega = N - 3$
12°	1.0518			11″.27			11″.27	11″	+0″.27
15	.1524			14.21			14.21	14	.21
18	.2361			17.22			17.22	17	.22
21	.3085			20.35			20.35	20	.35
24	.3729			23.60			23.60	23	.60
27	.4315			27.01			27.01	27	.01
30	.4857			30.60			30.60	30	.60
33	.5368			34.42			34.42	34	.42
36	.5856			38.50			38.50	38	+ .50
39	.6327			42.92			42.92	43	—0.08
42	.6787			47.72			47.72	48	—0.28
45	.7243			53.00			53.00	53	0.00
48	.7699			58.87			58.87	59	— .13
51	.8159			65.45			65.45	65	+ .45
54	.8630			71.29			71.29	73	—1.71
57	.9118			81.62			81.62	81	+0.62
60	1.9629	$\bar{1}$.2866		91.81	— 0″.19		91.62	91	+0.62
63	2.0171	$\bar{1}$.4492		104.0	0.28		103.7	103	+0.7
66	.0757	$\bar{1}$.6250		119.1	0.42		118.7	118	+0.7
69	.1401	$\bar{1}$.8182		138.1	0.66		137.4	137	+0.4
72	.2125	0.0354		163.1	1.09		162.0	162	0.0
75	.2962	0.2865		197.8	1.93		195.9	196	—0.1
78	.3968	0.5883		249.8	3.88		245.9	245	+0.9
81	.5246	0.9717		334.7	9.37		325.4	324	+1.4
82	.5765	1.0274	$\bar{1}$.9783	377.1	10.65	+ 0″.9	367.3	363	+4.3
83	.6352	1.3035	0.2718	431.7	20.10	1.9	413.5	411	+2.5
84	.7027	1.5060	0.6093	504.3	32.07	4.1	476.3	472	+4.3
85	2.7823	1.7448	1.0073	605.8	55.56	10.2	560.4	553	+7.4

Таблица II

$K = 52''75$; $\log K = 1.7222$; $\log L = \bar{2}.5652$; $\log M = \bar{5}.7092$

z	$\log K \tan z$	$\log L \tan^3 z$	$\log M \tan^5 z$	$K \tan z$	$L \tan^3 z$	$M \operatorname{tsng}^5 z$	Ω	По табл. Ньютона	Ω — N-n
12°	1.0497			11″21			11″2	11″	+0″2
15	.1503			14.14			14.1	14	0.1
18	.2340			17.14			17.1	17	0.1
21	.3064			20.25			20.2	20	0.2
24	.3708			23.48			23.5	23	+0.5
27	.4294			26.88			26.9	27	—0.1
30	.4836			30.45			30.4	30	+0.4
33	.5347			34.25			34.2	34	0.2
36	.5835			38.33			38.3	38	+0.3
39	.6306			42.72			42.7	43	—0.3
42	.6766			47.49			47.5	48	—0.5
45	.7222			52.75			52.7	53	—0.3
48	.7678			58.59			58.6	59	—0.4
51	.8138			65.13			65.1	65	+0.1
54	.8609			72.59			72.6	73	—0.4
57	.9097			81.23			81.2	81	+0.2
60	1.9608	$\bar{1}$.2710		91.37	— 0″19		91.2	91	+0.2
63	2.0150	$\bar{1}$.4436		103.5	0.28		103.2	103	+0.2
66	.0736	$\bar{1}$.6194		118.5	0.42		118.1	118	+0.1
69	.1380	$\bar{1}$.8126		137.4	0.65		136.7	137	—0.3
72	.2104	0.0298		162.3	1.07		161.2	162	—0.8
75	.2941	0.2809		196.8	1.91		194.9	196	—1.1
78	.3947	0.5827		248.1	3.83		244.3	245	—0.7
81	.5225	0.9661		333.1	9.25		323.8	324	—0.2
82	.5744	1.1218	$\bar{1}$ 9702	375.3	13.24	0″9	363.0	363	0.0
83	.6331	1.2979	0.2637	429.6	18.35	1.8	413.0	411	+2.0
84	.7006	1.5004	0.6012	501.9	31.65	4.0	474.2	472	+2.2
85	2.7802	1.7392	0.9992	602.8	54.85	9.9	557.9	553	+4.9

§ 5. Для значений $z > 78°$ вычисление можно производить непосредственно по формулам (19′) (20′) (23), которые являются совершенно общими, но вычисление по которым гораздо сложнее, нежели по формуле (38), практически дающей те же самые результаты, как и общие точные формулы.

В формуле (23) член $\frac{1}{4}\gamma\Theta^3$ оказывается настолько малым, что им можно пренебречь по сравнению с 1 и брать

$$\Omega = \eta\Theta\left[1 + \frac{1}{2}\alpha\Theta + \frac{1}{3}\beta\Theta^2\right]$$

определяя угол Θ из уравнения

$$h = \alpha\Theta + \beta\Theta^2 + \gamma\Theta^3$$

Таблица III

$K = 52''.38$; $\log K = 1.7191$; $\log L = \bar{2}.5558$; $\log M = \bar{5}.6935$

z	$\log K \operatorname{tang} z$	$\log L \operatorname{tang}^3 z$	$\log M \operatorname{tang}^5 z$	$K \operatorname{tang} z$	$L \operatorname{tang}^3 z$	$M \operatorname{tang}^5 z$	Ω	По табл. Ньютона	$\Omega - N\text{-}n$
12°	1.0466			11″.13			11″.1	11″	+0″.1
15	.1472			14.04			14.0	14	0.0
18	.2209			16.63			16.6	17	—0.4
21	.3033			20.11			20.1	20	+0.1
24	.3677			23.32			23.3	23	+0.3
27	.4263			26.69			26.7	27	—0.3
30	.4805			30.24			30.2	30	+0.2
33	.5316			34.01			34.0	34	0.0
36	.5804			38.05			38.1	38	+0.1
39	.6275			42.41			42.4	43	—0.6
42	.6735			47.15			47.2	48	—0.8
45	.7191			52.38			52.4	53	—0.6
48	.7647			58.17			58.2	59	—0.8
51	.8107			64.67			64.7	65	—0.3
54	.8578			72.08			72.1	73	—0.9
57	.9066			80.65			80.7	81	—0.3
60	1.9577	$\bar{1}.2716$		90.72	— 0″.19		90.5	91	—0.5
63	2.0119	$\bar{1}.4342$		102.8	0.27		102.5	103	—0.5
66	.0705	$\bar{1}.6100$		117.6	0.41		117.2	118	—0.8
69	.1349	$\bar{1}.8030$		136.4	0.63		135.8	137	—1.2
72	.2073	0.0204		161.2	1.05		160.1	162	—1.9
75	.2910	0.2715		195.5	1.87		193.6	196	—2.4
78	.3916	0.5733		246.4	3.74		242.7	245	—2.3
81	.5194	0.9567		330.7	9.05		321.7	334	—2.3
82	.5713	1.1124	$\bar{1}.9545$	372.6	12.95	0″.90	360.5	363	—2.5
83	.6300	1.2885	0.2480	426.6	19.43	1.77	409.0	411	—2.0
84	.6975	1.4910	0.5855	498.3	30.98	3.85	471.1	472	—0.9
85	2.7771	1.7298	0.9835	598.5	53.68	9.63	554.4	553	+1.4

Величины α, β, γ вычисляются по формулам (19′) (20′) (21′). При $K = 52''.75$ мы имеем, как выше указано:

$$\varepsilon = \frac{52.75}{206265} = 0.00025594 \approx \frac{1}{3910}$$

$$\Omega_0 = 2000$$

$$\eta_1 = \frac{\Omega_0^2}{2K \cdot 206265 + \Omega_0^2} = \frac{4000000}{25761000} = 0.15527$$

$$h_1 = \frac{\varepsilon}{\eta_1} = 0.0016471$$

Мы пометили величины h и η значком 1, ибо они представляют лишь первое приближение, будучи получены из формул:

$$\Omega_0 = \eta_1 \Theta_1$$

$$2h_1 = \beta\Theta_1^2 = (1 - \eta)\Theta_1^2$$

тогда как более точные значения даются формулами (23) и (24):

$$\Omega_0 = \eta\Theta\left(1 + \frac{1}{3}\beta\Theta^2\right) = \eta\Theta\left[1 - \frac{1}{6}(1-\eta)\Theta^2\right] \qquad (23)$$

$$2h = (1-\eta)\Theta^2 \qquad (24)$$

Очевидно, что первая из этих формул может быть написана так:

$$\Omega_0 = \eta\Theta\left[1 + \frac{1}{3}h\right] \approx \eta\Theta\left[1 + \frac{1}{3}h_1\right]$$

поэтому, чтобы по первому приближению получить более точные значения η и h, надо в выражении

$$\eta_1 = \frac{\Omega_0{}^2}{2K \cdot 206265 + \Omega_0{}^2}$$

заменить Ω_0 через $\dfrac{\Omega_0}{1+\frac{1}{3}h_1}$, и следовательно, будет

$$\eta = \eta_1\left(1 - \frac{2}{3}h_1\right) = \eta_1 - \frac{2}{3}h_1\eta_1$$

отбрасывая малые величины высших порядков относительно h_1. Так, в нашем случае получим:

$$\eta = 0.15527 - 0.00017 = 0.15510$$

$$= \frac{\varepsilon}{\eta} = 0.0016488$$

$$\Theta = 0.062476.$$

Определив таким образом величины η и h, задаем ряд значений зенитных расстояний z, начиная, например, с $z = 78°$; затем, чтобы проверить точность и пригодность формулы (23), вычисляем по формулам (19′)—(21′) величины α, β, γ, а именно:

$$\alpha = \operatorname{cotg} z \qquad (19')$$

$$\beta = \frac{1}{2}(1-\eta) + \left(1 - \frac{1}{2}\eta\right)\operatorname{cotg}^2 z \qquad (20')$$

$$\gamma = \left[\frac{1}{6}(5 - 8\eta + \eta^2) + \frac{1}{6}(6 - 8\eta + \eta^2)\operatorname{cotg}^2 z\right]\operatorname{cotg} z \qquad (21')$$

по уравнению

$$h = \alpha\Theta + \beta\Theta^2 + \gamma\Theta^3 \qquad (24)$$

определяем соответствующее каждому зенитному расстоянию значение угла Θ, и наконец по формуле

$$\Omega = \eta\Theta\left[1 + \frac{1}{2}\alpha\Theta + \frac{1}{3}\beta\Theta^2\right] \qquad (23)$$

находим Ω.

В виду малости члена $\gamma\Theta^3$, решение уравнения (24) проще всего выполняется так: сперва отбрасываем член $\gamma\Theta^3$, получаем приближенное значение

$$\Theta_1 = \frac{1}{2\beta}\left[-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4h\beta}\right] = \frac{2h}{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4h\beta}} \qquad (41)$$

причем надо непременно брать формулу

$$\Theta_1 = \frac{2h}{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4h\beta}}$$

чтобы избежать пользования в вычислении малой разностью $\sqrt{\alpha^2 + 4h\beta} - \alpha$ и происходящей от этого утраты точности. Вычислив приближенное значение Θ_1, вычисляем поправку к нему

$$\delta\Theta_1 = -\frac{\gamma\Theta_1^3}{\alpha + 2\beta\Theta_1 + 3\gamma\Theta_1^2}$$

Точно так же для величины Ω вычисляем сперва по Θ_1 приближенное значение

$$\Omega_1 = h\Theta_1\left[1 + \frac{1}{2}\alpha\Theta_1 + \frac{1}{3}\beta\Theta_1^2\right]$$

к которому присовокупляем затем поправку

$$\delta\Omega_1 = \eta \cdot \delta\Theta_1$$

Если довольствоваться, как делал Ньютон, точностью до 1 в значениях Ω, то поправки оказываются столь малыми, что вычислять их нет надобности.

Для $z = 90°$, в виду того, что $\alpha = 0$ и $\gamma = 0$, величина Ω_0 вычисляется по формуле

$$\Omega_0 = \eta\Theta_0\left[1 + \frac{1}{3}h\right]$$

причем

$$\Theta_0 = \sqrt{\frac{2h}{1-\eta}}$$

В нашем случае Ω_0 получится равным 2000″, ибо мы от этой величины исходили, определяя постоянные η и h, но если бы мы воспользовались для этого определения значением рефракции 783″ при $z = 87°$, то мы получили бы для Ω_0 величину, несколько отличающуюся от 2000″.

В табл. IV это вычисление приведено со всею подробностью в том виде, как оно на самом деле выполнено.

Как видно, числа, начиная от $z = 87°$, в особенности при z, равном 88°, 89°, 89°30′, чувствительно отличаются от чисел, показанных в таблице Ньютона. Повидимому, это происходит потому, что здесь Ньютон дал числа, не вычисленные по его формуле, а выведенные им непосредственно из наблюдений Флемстида, как о том подробнее будет сказано ниже.

При вычислении рефракции по формуле (38), определив K по значению рефракции при $z = 45°$, достаточно определить лишь постоянную $2h\,(-1\eta)$ и нет надобности знать величины h и η в отдельности.

Таблица IVa

Вычисление рефракции для зенитных расстояний от $z = 78°$ до $z = 90°$ по формулам (23)

Данные: $K = 52\overset{''}{.}75$; $\log \eta = \bar{1}.19061$; $\frac{1}{2}(1-\eta) = 0.42245$; $\log\left(1-\frac{1}{2}\eta\right) = \bar{1}.96494$; $\log 206265\,\eta = 4.50504$; $\log h = \bar{3}.21719$; $\log 4h = \bar{3}.81925$; $\log 2h = \bar{3}.51822$.

а) *Вычисление величин*: α, β

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
z	$\log\alpha = \log\operatorname{cotg} z$	(2) · 2	(3) + $\bar{1}.96494$	Num. (4)	(5)+0.42245 $=\beta$	$\log\beta$	(7)+$\bar{3}.81925$ $=\log 4h\beta$	$4h\beta$	α^2	(9) + (10)
78°	$\bar{1}.32747$	$\bar{2}.65494$	$\bar{2}.61988$	0.04168	0.46413	$\bar{1}.66664$	$\bar{3}.48589$	0.0030612	0.0451790	0.0482402
81	$\bar{1}.19971$	$\bar{2}.39942$	$\bar{2}.36436$	0.02314	.44559	.64894	.46819	29389	.0250850	.0280239
84	$\bar{1}.02162$	$\bar{2}.04324$	$\bar{2}.00818$	0.01019	.43264	.63613	.45538	28535	.0110470	.0139005
85	$\bar{2}.94195$	$\bar{3}.88390$	$\bar{3}.84884$	0.00706	.42951	.63297	.45222	28329	.0076542	0.0104871
86	$\bar{2}.84464$	$\bar{3}.68923$	$\bar{3}.65422$	0.00451	.42696	.63039	.44964	28161	.0048896	0.0077052
87	$\bar{2}.71940$	$\bar{3}.43880$	$\bar{3}.40374$	0.00253	.42498	.62838	.44763	28031	.0027466	.0055497
88	$\bar{2}.54308$	$\bar{3}.08616$	$\bar{3}.05110$	0.00113	.42358	.62694	.44619	27938	0.0012194	.0040132
89	$\bar{2}.24192$	$\bar{4}.48384$	$\bar{4}.44878$	0.00028	.42273	.62606	.44531	27881	0.0003047	.0030928
89 30	$\bar{3}.94086$	$\bar{5}.88172$	$\bar{5}.84666$	0.00007	.42252	$\bar{1}.62585$	$\bar{3}.44510$	0.0027868	0.0000762	0.0028630

б) *Вычисление углов* θ *и рефракции* Ω

1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
z	$\operatorname{cotg} z = \alpha$	$\sqrt{(11)}$	(12) + (13)	colog (14)	(15)+log 2h $=\log\Theta$	(16) + 4.50504 $=\log\Omega$	Ω	По табл. Ньютона	(18) — (19)
78°	0.21256	0.21964	0.43220	0.36432	$\bar{3}.88254$	$\bar{2}.38758$	244″1	245″	— 0″9
81	0.15838	.16740	.32578	.48708	$\bar{2}.00530$	$\bar{2}.51034$	323.8	324	+ 0.2
84	0.10510	.11790	.22300	.65170	$\bar{2}.16992$	$\bar{2}.67496$	473.1	472	+ 1.1
85	0.08749	.10212	.18991	.72146	$\bar{2}.23968$	$\bar{2}.74472$	555.6	553	+ 2.6
86	0.06993	.08778	.15775	.80207	$\bar{2}.32029$	$\bar{2}.82533$	668.8	664	+ 4.8
87	0.05241	.07450	.12691	.89651	$\bar{2}.41473$	$\bar{2}.91977$	831.3	820	+11.3
88	0.03492	.06335	.09827	1.00758	$\bar{2}.52580$	3.03084	1074.0	1049	+25.0
89	0.01746	.05561	.07307	1.13626	$\bar{2}.65448$	3.15952	1443.8	1392	+51.8
89 30	0.00873	.05351	.06224	1.20593	$\bar{2}.72413$	3.22917	1695.0	1665	+30.0
90	0						2000	2000	0.0

Примечание. Ст. 16 вычислен, чтобы показать, что в формуле $\Omega = \eta\theta\left[1 + \frac{1}{2}\alpha\theta^2 + \frac{1}{3}\beta\theta^3\right]$ члены, содержащие множители θ^2 и θ^3, могут быть отброшены по их малости сравнительно с 1.

Таблица IVб

Вычисление рефракции для зенитных расстояний от $z=78°$ до $z=90°$ по формулам (23), пользуясь логарифмической линейкой

Данные: $K=52''75$; $\eta=0.15510$ $\frac{1}{2}(1-\eta)=0.42245$; $1-\frac{1}{2}\eta=0.92245$; $h=0.0016489$; $206295\eta=320000$; $4h=0.0065956$; $2h=0.0032978$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$\mathrm{cotg}\, z=\alpha$	α^2	$(3)\cdot\left(1-\frac{1}{2}\eta\right)$	$\beta=(4)+0.42245$	$4h\beta=(5)\cdot 0.6596$	$\theta=(3)+(6)$	$\sqrt{(7)}$	$(8)+(2)$	$\Omega=105''5\cdot(9)$
78°	0.2126	0.04518	0.04170	0.46415	0.003061	0.04824	0.2196	0.4322	244″4
81	.1584	.02509	.02315	.44560	2940	.02803	.1674	.3258	324.0
84	.1051	0.1105	.01019	.43264	2854	.01390	.1179	.2230	473.0
85	.08749	.007654	.00706	.42951	2834	.01049	.1024	.1899	555.6
86	.06993	.004890	.00451	.42696	2817	.007707	.0878	.1577	669
87	.05241	.002747	.00254	.42499	2804	.005551	.0745	.1269	831
88	.03492	.001219	.00113	.42358	2794	.004013	.06335	.0983	1073
89	.01746	.000305	0.00028	.42273	2790	.003095	.05563	.0731	1443
89 30	.00873	.000076	0.00007	.42252	2787	.002863	.05351	.0622	1695
90	—	—	—	—	—	—	—	—	2000

Примечания:

1. Сличение чисел Ω таблиц IVa и IVб показывает, что, пользуясь логарифмической линейкой и таблицами Barlow, получаем практически одинаковые результаты с вычисленными по логарифмам, но при вычислении по логарифмической линейке требуется в два раза меньше работы.

2. Расхождение значений рефракции для $z \geq 86°$ с числами таблицы Ньютона показывает, что он предпочел взять эти числа не по вычислению, а по наблюденным Флемстидом значениям, как это видно по табличке Флемстида в его письме от 11 октября 1694 г., приведенном в § 6.

Вычисление рефракции для первой

$$\Omega = \frac{2K \sin z}{\cos z + \sqrt{\cos^2 z + 2h(1-\eta)}}$$

1	2	3	4	5	6	7
z	$\cos z$	$\cos^2 z$	$\cos^2 z +$ 0.0027825	$\sqrt{(4)}$	(5) + (2)	$\log \sin z$
60°	0.50000	0.25000	0.25278	0.50277	1.00277	$\bar{1}.93753$
63	.45399	.20611	.20889	.45704	.91103	$\bar{1}.94988$
66	.40674	.16543	.16821	.41011	.81685	$\bar{1}.96073$
69	.35837	.12843	.13121	.36223	.72060	$\bar{1}.97015$
72	.30902	.095491	.098273	.31349	.62251	$\bar{1}.97821$
75	.25882	.066989	.069771	.26414	.52296	$\bar{1}.98494$
78	.20791	.043227	.046009	.21452	.42243	$\bar{1}.99040$
81	.15643	.024472	.027254	.16509	.32152	$\bar{1}.99462$
82	.13917	.019368	.022150	.14883	.28800	$\bar{1}.99575$
83	.12187	.014852	.017634	.13279	.25466	$\bar{1}.99675$
84	.10453	.010926	.013708	.11708	.22161	$\bar{1}.99761$
85	.08716	.0075963	.0103788	.10187	.18903	$\bar{1}.99834$
86	.06974	.0048659	.0076484	.08746	.15720	$\bar{1}.99894$
87	.05234	.0027391	.0055216	.07431	.12665	$\bar{1}.99940$
88	.034899	.0012180	.0040005	.063250	.098149	$\bar{1}.99974$
89	.017452	.0003046	.0030871	.055562	.073014	$\bar{1}.99993$
89 30′	.008726	.0000762	.0028587	.053466	.062192	$\bar{1}.99998$
90	0	0	.0027825			

Величина $2h(1-\eta)$ проще всего находится по значению Ω_0, рефракции при $z=90°$, именно будет

$$2h(1-\eta) = \frac{4K^2}{\Omega_0^2}$$

так, например, при $K = 52''.75$ и $\Omega_0 = 2000''$ получается $2h(1-\eta) = 0.0027825$. Пользуясь этим значением, в табл. V вычисляем величины рефракции Ω для z от 60° до 90° и сличаем как с числами Ньютона, так и с числами, полученными по формуле (33).

Очевидно, что для определения величины $2h(1-\eta)$ можно воспользоваться значениями рефракции не только при $z=90°$, но и при всяком ином значении z, именно на основании формулы

$$\Omega = \frac{2K \sin z}{\cos z + \sqrt{\cos^2 z + 2h(1-\eta)}}$$

будет

$$2h(1-\eta) = \frac{4K \sin z}{\Omega^2}[K \sin z - \Omega \cos z] \qquad (42)$$

При определении величины $2h(1-\eta)$ по этой формуле, мы не получим значения $\Omega_0 = 2000''$, так, например, если при $z=87°$ взять $\Omega = 820''$, как показано в таблице Ньютона, то получится $2h(1-\eta) = 0.0030899$ и $\Omega_0 = 1898''$.

Таблица V

таблицы Ньютона по формуле:

$$2K = 105.50; \quad \log 2K = 2.02325; \quad 2h\,(1 - \eta) = 0.0027825$$

8	9	10	11	12	13	14	15
$\log 2K \sin z$	cotg (6)	$\log \Omega = (8) + (9)$	Ω	Табл. Newt.	(11) − (12)	Ω табл. II	(11) — (14)
1.96078	$\bar{1}$.99882	1.95960	91″.12	91″	+ 0″.12	91″.2	—0″.08
1.97313	0.04047	2.01360	103.2	103	+ 0.2	103.8	0.0
1.98398	.08785	2.07183	118.0	118	0.0	118.1	—0.0
1.99340	.14231	2.13571	136.7	137	— 0.3	136.7	0.0
2.00146	.20586	2.20732	161.2	162	— 0.8	161.2	0.0
2.00819	.28153	2.28972	194.4	196	— 1.1	194.9	0.0
2.01365	.37425	2.38790	244.3	245	— 0.7	244.3	0.0
2.01787	.49280	2.51067	324.1	324	+ 0.1	323.8	+ 0.3
2.01900	.54061	2.55961	362.8	363	— 0.2	363.0	—0.2
2.02000	.59404	2.61404	411.2	411	+ 0.2	413.0	—1.8
2.02086	.65441	2.67527	473.4	472	+ 1.4	474.2	—0.8
2.02159	.72347	2.74506	556.0	553	+ 3.0	557.9	—1.9
2.02219	.80355	2.82574	669.5	664	+ 5.5		
2.02265	.89740	2.92005	831.9	820	+11.9		
2.02299	1.00811	3.03110	1074.2	1049	+25.2		
2.02318	1.13659	3.15977	1444.6	1392	+52.6		
2.02323	1.20626	3.22949	1696.2	1665	+31.2		
0.02325	1.27778	3.30003	2000.0	2000	0.0		

Если при $z = 90^\circ$ взять $\Omega_0 = 1970''$, то получатся следующие значения Ω, отличающиеся от показанных в Ньютоновой таблице менее, чем на $40''$.

t	Ω	Newt.	Ω — Newt.
87°	828″.2	820″	+ 8″.2
88	1067.0	1049	+18.0
89	1429.7	1392	+37.7
89°30′	1702.2	1665	+37.2
90	1970	2000	—30.0

Интересно сопоставить числа, получаемые по столь простым формулам при первой гипотезе Ньютона, с современными таблицами рефракции, определив величины η и h по значениям Ω_{45° и Ω_0, показанным в этих таблицах, и провычислив по формулам (33) и затем по формуле (38) все остальные. Это сличение, выполненное в таблицах VI и VII, показывает замечательную точность формул Ньютона даже при первой его гипотезе, в которой действительное строение атмосферы заменено воображаемым, имеющим с действительным, казалось бы, столь мало общего. Объяснение

Вычисление рефракции для

$$\Omega = \eta\theta\left(1 + \frac{1}{2}\alpha\theta + \frac{1}{3}\beta\theta^2\right)$$

$\eta = 0.16293$; $1 - \eta = 0.83707$;

$\log h = \bar{8}.25362$; $\log 2h = \bar{8}.55465$;

$2K = 120''.4$

1	2	3	4	5	6
z	$\alpha = \operatorname{cotg} z$	α^2	$(3)\left(1 - \frac{1}{2}\eta\right) =$ (3) 0.9185	$\beta =$ (4) + 0.41853	$4h\,\beta = (5) \cdot 4h$
78°	0.21256	0.045180	0.04150	0.46003	0.003300
81	.15838	.025090	.02305	.44158	3165
82	.14054	.019751	.01814	.43667	3132
83	.12278	.015076	.01385	.43238	3100
84	.10510	.011046	.01016	.42869	3077
85	.08749	.007654	.00703	.42556	3050
86	.06993	.004890	.00449	.42302	3032
87	.05241	.002747	.00252	.42105	3019
88	.03492	.001219	.00112	.41965	3008
89	.01746	.000305	.00028	.41881	3002
89 30	.00873	.000076	.00007	.41860	3000

Примечание. Для этой таблицы коэффициенты K и η определены по значениям рефракции иначе; отсюда различие в значениях величин Ω.

этого обстоятельства будет получено ниже, при рассмотрении второй теории Ньютона.

Таблица Strömgren'a[1] составлена на основании Пулковских таблиц рефракции, в свою очередь составленных на основании совокупности пулковских наблюдений; обладая современною точностью, эта таблица может отличаться от наблюдений лишь в десятых долях секунды. Таким образом можно принять, что таблица Strömgren'a как бы заменяет собою обработанную сводку пулковских наблюдений рефракции, приведенной к температуре 0°C и высоте барометра 760 мм, поэтому, составляя таблицы VI и VII, мы как бы применяем первую теорию Ньютона к пулковским наблюдениям, подобно тому как он сам ее применил к наблюдениям Флемстида.

---

[1] Dr. Elis Strömgren und Dr. Bengt Strömgreo. Lehrbuch der Astronomie, Berlin, 1933.

Таблица VI

таблицы Strбmgren'а по формуле:

$$\frac{1}{2}(1-\eta)=0.418535;\ 1-\frac{1}{2}\eta=0.918535$$

$$\log 4h=\bar{3}.85568;\ 4h=0.0071726$$
$$2h=0.0035863$$

7	8	9	10	11	12
(3) + (6)	$\sqrt{7}$	(8) + (2)	120.4 : (9) = Ω	Рефракции по табл. Strömgren'a	(10) — (11)
0.048480	0.22018	0.43274	278.3	276.9	+ 1.4
28255	.16809	.32647	368.8	365.3	+ 3.5
22883	.15127	.29181	412.6	407.6	+ 5.0
18176	.13482	.25760	467.4	460.2	+ 7.2
14127	.11885	.22395	537.6	527.1	+ 9.5
10704	.10346	.19095	630.5	614.6	+15.9
7922	.08900	.15893	757.6	733.0	+24.6
5766	.07593	.12834	938.1	899.8	+38.3
4227	.06515	.10007	1203.2	1147.2	+56.0
3307	.05751	.07497	1606.0	1537.1	+68.9
3076	.05546	.06419	1875.7	1821.3	+54.4
			2198.6	2198.6	0.0

69.2 при $z=45°$ и 2198.6 при $z=90°$, тогда как в табл. VIa коэффициенты K, L и M определены

Сопоставив ст. 13 табл. V со ст. 9 табл. VII, мы получаем такую табличку:

1	2	3	1	2	3
z	Ст. 13 табл. V	Ст. 9 табл. VIб	z	Ст. 13 табл. V	Ст. 9 табл. VII
60°	+0.1	+0.1	83°	+ 0.2	7.2
63	+0.2	0.2	84	+ 1.4	10.5
66	0.0	0.3	85	+ 3.0	15.9
69	—0.3	0.4	86	+ 5.5	24.6
2	—0.8	0.7	87	+11.9	38.3
75	—1.1	1.1	88	+25.2	56.0
78	—0.7	1.4	89	+52.6	69.8
81	+0.1	3.5	89°30	+31.2	54.0
82	—0.2	5.0	90	0.0	0.0

Таблица VIa

Вычисление рефракции, показанной в таблице Strömgren'a (1933 г.), составленной на основании пулковских наблюдений по формуле:

$$\Omega = K \operatorname{tang} z - L \operatorname{tang}^3 z + M \operatorname{tang}^5 z$$

$$\log K = 1.78005;\ \log L = \bar{2}.8245;\ \log M = \bar{4}.1584$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
z	$\log \operatorname{tang} z$	$\log K \operatorname{tang} z$	$\log L \operatorname{tang} z$	$\log M \operatorname{tang} z$	$K \operatorname{tang} z$	$L \operatorname{tang}^3 z$	$M \operatorname{tang}^5 z$	Ω	Рефракция по табл. Strömgren'a	(9) — (10)
12°	$\bar{1}$.32747	1.10752			12″81			12″8	12″8	0.0
15	.42805	.20810			16.14			16.1	16.1	0.0
18	.51178	.29183			19.58			19.6	19.6	0.0
21	.58418	.36423			23.13			23.1	23.1	0.0
24	.64858	.42863			26.83			26.8	26.8	0.0
27	.70717	.48722	$\bar{3}$.9460		30.71	— 0″009		30.7	30.7	0.0
30	.76144	.54149	$\bar{2}$.1088		34.79	.013		34.8	34.8	0.0
33	.81252	.59257	$\bar{2}$.2621		39.14	.018		39.1	39.1	0.0
36	.86126	.64131	$\bar{2}$.4083		43.78	.026		43.8	43.8	0.0
39	.90837	.68842	$\bar{2}$.5496		48.80	.035		48.7	48.7	0.0
42	$\bar{1}$.95444	.73449	$\bar{2}$.6878		54.26	.048		54.2	54.2	0.0
45	0.00000	.78005	$\bar{2}$.8245		60.26	.067		60.2	60.2	0.0
48	.04556	.82561	$\bar{2}$.9613		66.93	.091		66.8	66.8	0.0
51	.09163	.87168	$\bar{1}$.0994		74.42	.13		74.3	74.3	0.0
54	.13874	.91879	$\bar{1}$.2407		82.94	.17		82.8	82.7	+0.1
57	.18748	.96753	$\bar{1}$.3871		92.79	.24		92.5	92.5	0.0
60	.23856	2.01861	$\bar{1}$.5402		104.38	.35		104.0	104.0	0.0
63	.29283	.07288	$\bar{1}$.7030		118.27	.51		117.6	117.7	—0.1
66	.35142	.13147	$\bar{1}$.8788		135.35	.76		134.6	134.5	+ 0.1
69	.41582	.19587	0.0720		156.99	1.18		155.8	155.8	0.0
72	.48822	.26827	0.2892	$\bar{2}$.4025	185.47	1.95	0″02	183.5	183.5	0.0
75	.57195	.35200	0.5403	$\bar{1}$.0181	224.91	3.47	0.10	221.5	221.5	0.0
78	.67253	.45258	0.8421	$\bar{1}$.5210	283.52	6.95	0.33	276.9	276.9	0.0
81	.80029	.58034	1.2254	0.1599	380.49	16.80	1.45	365.1	365.3	—0.2
82	.85220	.63225	1.3805	0.4194	428.80	24.02	2.63	407.4	407.6	—0.2
83	.91086	.69091	1.5571	0.7127	490.81	36.07	5.16	459.9	460.2	—0.3
84	.97838	.75843	1.7596	1.0503	573.37	57.49	11.23	527.1	527.1	0.0
85	1.05805	.83810	1.9986	1.4486	688.81	99.68	28.09	617.2	614.6	+2.6

Примечания:

1. Коэффициенты K, L, M определены по значениям рефракций, показанным в таблице Strömgren'a при $z = 45°$, $z = 78°$ и $z = 84°$; по этим коэффициентам вычислены значения Ω.

2. Сличение чисел Ω и чисел таблицы Strömgren'a до $z = 84°$ показывает полное их совпадение, поэтому, если бы Ньютон располагал не наблюдениями Флемстида, а пулковскими, на которых основал свою таблицу Strömgren, то до $z = 84°$ таблица Ньютона совпадала бы с таблицею Strömgren'a, данной в его „Lehrbuch der Astronomie", Berlin, 1933.

3. В таблице Strömgren'a предполагается температура $t° = 0°$ и высота барометра 760 мм. Если показанную в руководстве S. Newcomb „Spherical Astronomy", 1906, таблицу рефракции привести к 0° C и высоте барометра 760 мм, то получается полное ее совпадение с таблицей Strömgren'a.

Таблица VII

Вычисление рефракции для таблицы Strömgren'а по первой теории Ньютона

$K = 60''\!.20;\ \eta = 0.16293;\ \log h = \bar{3}.25362$

$L = \frac{1}{2}(1-\eta)\,hK = 0''\!.04513;\ \log L = \bar{2}.6544$

$M = (1-\eta)\,hL = 0''\!.00006758;\ \log M = \bar{5}.8298$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
z	$K \operatorname{tang} z$ (см. табл. VI)	$L \operatorname{tang}^3 z$	$M \operatorname{tang}^5 z$	Ω по форм. (33)	Ω по форм. (23) (см. табл. VI)	Ω	По табл. Strömgren'а	(7) — (8)
60°	101''.38	− 0.23		104''.1		104''.1	104''.0	+ 0.1
63	118.27	0.27		118.0		118.0	117.7	0.2
66	135.35	0.51		134.8		134.8	134.5	0.3
69	156.99	0.80	0.01	156.2		156.2	155.8	0.4
72	185.47	1.29	0.02	184.2		184.2	183.5	0.7
75	224.91	2.35	0.05	222.6		222.6	221.5	1.1
78	283.52	4.70	0.16	279.0	278''.3	279.0	276.9	2.1
81	380.49	11.36	0.68	369.4	368.8	368.8	365.3	3.5
82	428.80	16.26	1.23	413.4	412.6	412.6	407.6	5.0
83	490.81	24.38	2.42	468.2	467.4	467.4	460.2	7.2
84	573.37	38.87	5.27	539.2	537.6	537.6	527.1	10.5
85	688.81	67.36	13.18	633.9	630.5	630.5	614.6	15.9
86					757.6	757.6	733.0	24.6
87					938.1	938.1	899.8	38.8
88					1203.2	1203.2	1147.2	56.0
89					1606.0	1606.0	1537.1	68.9
89 30'					1875.7	1875.7	1821.3	54.4
90					2198.6	2198.6	2198.6	0.0

Примечание. Числа ст. 5 рассчитаны по теоретическим значениям L и M (34).

Это сопоставление показывает явно систематический характер отклонений: для ст. 2 начиная с $z = 82°$, для ст. 3 начиная с $z = 60°$.

Это дает полное основание думать, что Ньютон, вычислив по первой своей теории величину рефракции и получив числа, обозначенные у нас через Ω, сличил их с значениями рефракции, сообщенными ему Флемстидом, и, заметив систематический ход отклонений начиная от $z = 83°$, он присовокупил к вычисленным теоретически числам эти отклонения, так чтобы показанная в его таблице рефракция согласовалась с наблюдениями Флемстида.

Иными словами, он в свою теоретическую таблицу ввел эмпирическую поправку для значений от $z = 83°$ до $z = 90°$. Он не счел нужным это объяснять Флемстиду, как не счел нужным ни давать ему полного изложения своей первой теории, ни даже намека, как им вычислена вторая таблица.

Отсюда ясно, что если бы Ньютон имел в своем распоряжении пулковские наблюдения, то, поступив совершенно так же, как он поступил с наблюдениями Флемстида, он получил бы таблицу Strömgren'а.

Здесь ясно видна выгода такой методы,— она допускает графическое сглаживание. В самом деле, построить кривую, ординаты которой изображались бы такими числами, как: 245, 324, 363, 411, 472, 553, 664, 820, 1049, 1392, 1665, 2000 в достаточно крупном масштабе, чтобы можно было ручаться за одну единицу последнего знака (т. е. чтобы он изображался длиною не меньше одного миллиметра), почти невозможно, но это не представляет никаких затруднений для столь малых чисел, как показанные в ст. 2 вышеприведенной таблички отклонений, и такая графическая обработка будет обладать не меньшею точностью, нежели самая полная и строгая теория.

В этом смысле первая теория Ньютона не утратила своего значения и сейчас, и не составит ли для учащихся полезного упражнения такая задача: по данной сводке наблюдений по формуле (33) вычислить рефракцию для значений z от 0° до 78°, затем от 78° до 90° вычислить значения рефракции по формуле (38), как показано в табл. V, полученные отступления сгладить графически и таким образом составить полную таблицу рефракции? Это потребует у учащегося затраты трех или четырех часов работы, но зато внесет полную ясность и отчетливость в дело.

§ 6. Прежде чем приступить к выводу формул, относящихся ко второй теории Ньютона, приведем несколько выдержек из его переписки с Флемстидом, относящихся, главным образом, к этой теории.

При письме от 11 октября 1694 г. Флемстид доставил Ньютону следующую табличку рефракции близ горизонта и, кроме того, подробную сводку наблюдений, копии которой, к сожалению, в материалах, доставленных Бальи, не оказалось.

Табличка, сообщенная Флемстидом, такова:

Зенитное расстояние	Рефракция			
	по Cassini	по La Hire	по Boucher	по наблюдениям
90°	32′20″	32′ 0″	30′ 0″	33′ 0″
89	27 56	26 25	25 12	23 0
88	21 4	20 43	18 24	17 30
87	16 6	15 44	13 55	14 0

По поводу этой таблички Флемстид замечает: „Как вы видите, все таблицы грешат в том, что в них рефракция уменьшается приблизительно на 5′ между 90° и 89°, тогда как между 89° и 88° уменьшение показано больше чем 6′. Напротив того, наблюдения дают 5′ $\frac{1}{2}$ между 88° и 89° и 10′ между 89° и горизонтом. Какова этому причина, я не имею теперь времени, чтобы ее исследовать, но кажется, что среда, в которой рефракция происходит, не равномерная, как это предполагали составители таблиц в своих теориях. Этот вопрос заслуживает вашего внимания, и мне желательно, чтобы вы об этом в свободное время подумали. Наблюдения и мои из них выводы неоспоримы (incontestable)“.

В ответ на это письмо Ньютон 24 октября 1694 г. пишет Флемстиду:

„...Сердечно благодарю вас за ваши сообщения, особенно за таблицу рефракции вблизи горизонта. Причину различной величины рефракции при той же самой высоте близ горизонта я усматриваю в различии нагревания воздуха в нижних его слоях, ибо когда воздух от теплоты разрежен, он преломляет менее, когда же от холода он уплотнен, он преломляет сильнее. Эта разница должна быть более чувствительной, когда луч идет по нижним слоям атмосферы на протяжении многих миль, ибо лишь эти слои то разрежаются, то уплотняются теплом и холодом, тогда как средние и верхние слои всегда холодные. Я того мнения, что рефракция в верхних слоях слегка изменяется вместе с весом воздуха, показываемым барометром, ибо когда воздух тяжелее и, значит, плотнее, он преломляет более, нежели когда он легче и реже. Я бы желал, чтобы при всех ваших наблюдениях, где надо принимать во внимание рефракцию, вы записывали высоту барометра и теплоту воздуха, чтобы изменения рефракции от веса и теплоты воздуха могли впоследствии быть учтены, когда величины этих изменений станут известны“.

По поводу этого замечательного письма необходимо заметить, что барометр, который Ньютон называет „бароскоп“, в то время существовал уже более 50 лет и был в общем употреблении, но термометра со шкалою отнесенною к двум постоянным точкам, еще не было, а были лишь термоскопы с произвольными шкалами, не отнесенными к определенным точкам.

Флемстид совету Ньютона не последовал, хотя и замечал высоты барометра в целях метеорологических.

Затем, при письме от 17 ноября 1694 г., упомянутом выше, Ньютон послал Флемстиду свою первую таблицу рефракции, а потом и теорему, служащую основанием этой таблицы.

В письме от 26 января 1694—95 г. (двойное обозначение года, ибо в то время в Англии новый год начинался в марте) между прочим Ньютон пишет:

„...Составление новой таблицы рефракции заняло все мое время после праздников, но до сих пор я затратил свой труд на бесплодные вычисления, вследствие трудности этого дела. Однако, приняв в соображение, что такая таблица является для астрономии основною и что вами затрачено столько труда, чтобы доставить необходимый материал, я хочу ее закончить, чтобы иметь возможность что-либо поднести вам за те труды, которые вы для меня потратили при ваших наблюдениях.

„Однако я не вполне напрасно потратил свой труд, ибо я нашел новую теорему, которая делает вычисление рефракции весьма легким и которой я могу удовольствоваться, если не придумаю чего-либо лучшего.

„Сейчас я не совсем здоров, но надеюсь настолько поправиться через несколько дней, что смогу довести это дело до конца".

16 февраля 1694—95 г. Ньютон между прочим упоминает: „Я все еще работаю над новой таблицей рефракции".

Наконец 15 марта он пишет:

„...Теперь я закончил таблицу рефракции и посылаю вам прилагаемую копию ее [в бумагах, доставленных Бальи, этой копии не оказалось]. При спокойном состоянии неба и высоте светила 3° рефракция составляет 13′20″; вы можете положиться, что для всех высот, превышающих 10°, таблица точна до одной секунды; при высотах от 10° до 3° наибольшая погрешность не превышает двух или трех секунд. Если при высоте 3° рефракция больше или меньше 13′20″, то рефракцию при всех высотах, которые больше 3°, следует увеличить или уменьшить в той же пропорции. Через несколько дней я вышлю вам другие обещанные мною таблицы".

По упоминаемому в этом письме значению 13′20″ рефракции при высоте 3° Био справедливо заключил, что опубликованная в 1721 г. таблица и есть вторая таблица Ньютона.

Не получая от Флемстида нужных ему наблюдений Луны, Ньютон 9 июля 1695 г. пишет Флемстиду гневное письмо, начинающееся следующими словами:

„После того как я выручил вас в том, в чем вы во всех трех своих работах застряли, т. е. в *теории спутников Юпитера*, в вашем *каталоге неподвижных звезд* и в *вычислении мест Луны по наблюдениям*, охотно сообщив вам о всех этих вещах все то, что в своем роде было вполне совершенно и *бо́льшей ценности, нежели*

многочисленные наблюдения, и что в одном случае (это видимо относится к рефракции) стоило мне более двух месяцев упорной работы, которую я никогда бы не предпринял как для вас, и о которой я вам сообщал, что она предпринята, чтобы что-либо дать вам взамен наблюдений, которыми вы меня обнадежили, а теперь, когда мною все сделано, я не могу рассчитывать на их получение и на исправление ваших сводок"... „Я не имею намерения писать о рефракции и не желаю, чтобы таблица рефракции была распространяема".

Лишь через 26 лет после этого Ньютон разрешил Галлею опубликовать эту таблицу, но даже без малейшего намека на способ ее составления, может быть потому, что способ составления таблицы его не вполне удовлетворял, ибо вблизи горизонта теоретически вычисленные числа не вполне увязывались с числами Флемстида, и Ньютон остановился на этих наблюденных значениях. Это нельзя ему ставить в упрек, напротив, в подобных случаях надо следовать его примеру, ибо он составлял не таблицу математической функции, а таблицу значений физической величины, которую и надо согласовывать с действительностью, а не с математической фикцией, но само собою разумеется, что это надо оговаривать.

Далее в этом же письме находится следующее место, которое хотя и не относится к теории рефракции, но столь замечательно, что мы его приведем; вот что пишет Ньютон:

„...Что же касается наибольшей величины параллактического неравенства (Луны), то о нем я знаю не более того, о чем уже писал вам. Это очень малая величина, едва превышающая 2 или 3 или в крайнем случае 4 минуты и настолько спутанная с другими неравенствами, что после того как вы провычислите ваши 30 наблюдений, вы о ней будете знать не более того, что теперь".

Видимо, Ньютон ясно сознавал, что сопоставление теоретического и выведенного из наблюдений значений этого неравенства, которое, как впоследствии оказалось, равно $2'6''$, доставляет некоторое соотношение между параллаксом Луны, параллаксом Солнца и отношением масс Луны и Земли. Эта последняя величина может быть определена по отношению высоты прилива во время сизигий и квадратур, что Ньютоном было показано; значит, по величине параллактического неравенства Луны имелась возможность определить параллакс Солнца, т. е. расстояние от Земли до Солнца, а по нему и все прочие *абсолютные* размеры солнечной системы, так сказать, не выходя из кабинета, что и было сделано через 125 лет Лапласом.

Отсюда становится понятной та настойчивость, с которой Ньютон требовал от Флемстида наблюдений Луны.

§ 7. После этих замечаний перейдем к изложению второй теории Ньютона, поскольку о ней можно догадываться по кратким его указаниям.

Для второй своей теории он попрежнему принимает, что показатель преломления пропорционален плотности атмосферы в рассматриваемом ее слое, плотность же атмосферы он определяет по законам гидростатики и закону Бойля-Мариота, как это сделано в предложении 22-м второй книги „Principia", на которое он ссылается.

Это предложение высказано Ньютоном в такой форме:

Предложение XXII. Теорема XVII

Если плотность какой-либо жидкости пропорциональна давлению и эта жидкость находится под действием центростремительной силы, направленной вниз и обратно пропорциональной квадрату расстояния до центра, то я утверждаю, что когда расстояния образуют гармоническую прогрессию, то плотности жидкости в этих расстояниях образуют геометрическую прогрессию.

Затем, в поучении к этой теореме, он рассматривает общий случай, когда притяжение пропорционально какой-либо степени расстояния, а плотность пропорциональна любой степени давления, и в заключение говорит:

„...перебирать все случаи слишком долго; впрочем, опытами установлено, что плотность воздуха или в точности пропорциональна давлению, или весьма к тому близко, поэтому плотность воздуха в земной атмосфере пропорциональна весу всего накрывающего воздуха, т. е. высоте ртути в барометре".

Переводя геометрические рассуждения Ньютона на современные аналитические, мы увидим, что обозначая плотность воздуха через q, давление — через p, ускорение силы тяжести у поверхности Земли — через g_0, на расстоянии же ϱ от центра Земли — через g и радиус Земли, принимаемой за шар, — через a, будем иметь уравнения:

$$g = g_0 \frac{a^2}{\varrho^2}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{q}{q_0}$$

$$dp = -gq \cdot d\varrho$$

следовательно будет

$$\frac{dq}{q} = -\frac{q_0}{p_0} g_0 a^2 \cdot \frac{d\varrho}{\varrho^2} \qquad (43)$$

Отсюда, заметив, что при $\varrho = a$ должно быть $q = q_0$, следует

$$\log \frac{q}{q_0} = -\frac{q_0}{p_0} g_0 a^2 \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{\varrho}\right]$$

Положив

$$\frac{q_0 g_0}{p_0} a = k \quad \text{и} \quad \frac{\varrho}{a} = 1 + s \qquad (43')$$

получим

$$q = q_0 e^{-ks/1+s}$$

а так как показатель преломления μ принимается в линейной зависимости от q, то будет

$$\mu = 1 + \varepsilon e^{-ks/1+s} \tag{44}$$

В простейшем случае, когда, по малости величины s, изменяемостью силы тяжести с высотою над поверхностью Земли можно пренебречь, вместо уравнения (43) будем иметь

$$\frac{dq}{q} = -\frac{q_0}{p_0} g_0 a \cdot d\varrho$$

и, следовательно, будет:

$$q = q_0 e^{-ks} \tag{45}$$

$$\mu = 1 + \varepsilon e^{-ks} \tag{46}$$

Для упрощения выкладок мы примем формулу (46), ибо для нашей цели точность ее вполне достаточна.

Очевидно, что в этой формуле k есть отвлеченное безразмерное число, поэтому безразлично, какими мерами пользоваться при его вычислении; возьмем меры метрические, в которых теперь выражаются все физические данные, тогда будет:

$$g_0 = 9.81, \quad q_0 g_0 = 1.293 \text{ кг}; \quad p_0 = 10\,300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}; \quad a = 6\,380\,000 \text{ м}$$

и мы получим

$$k = \frac{1.293}{10300} \cdot 6\,380\,000 = 800.$$

На основании общей формулы (14) будет

$$\frac{1}{c}\Omega = \int_0^\infty \frac{k\varepsilon \cdot e^{-ks} \cdot ds}{(1+\varepsilon e^{-ks}) \cdot \sqrt{(1+\varepsilon e^{-ks})^2 (1+s)^2 - c^2}} \tag{47}$$

причем

$$c = (1+\varepsilon) \sin z$$

Прежде чем развивать ту методу, которую мог применить Ньютон к вычислению этого интеграла, выведем одну формулу, полученную Лапласом, но вывод которой настолько элементарен, что он не требует большего математического аппарата, нежели тот, которым Ньютон уже владел.

Положим, что

$$0 < z < 90^\circ$$

по предположению вообще

$$\mu = 1 + \varepsilon \frac{q}{q_0}$$

пусть будет

$$\frac{q}{q_0} = f(s) = f\left(\frac{\varrho}{a}\right)$$

причем $f(s)$ есть какая угодно заданная функция s.

Общее выражение рефракции будет

$$-\frac{1}{c}\Omega=\int_0^S \frac{\varepsilon f'(s)}{1+\varepsilon f(s)}\cdot\frac{ds}{\sqrt{Q}} \tag{48}$$

причем

$$Q=[1+\varepsilon f(s)]^2(1+s)^2-(1+\varepsilon)^2\sin^2 z \tag{49}$$

и S есть значение s для верхней границы атмосферы, т. е. то, начиная с которого, с тою точностью, с которою вычисление производится, можно принимать $f(s)=0$. Это значение S составляет около 0.01.

Мы видели, что ε — весьма малая дробь, всеми степенями которой выше первой можно пренебречь, так что приближенно будет

$$Q\approx[1+2\varepsilon f(s)]^2(1+s)^2-(1+2\varepsilon)\sin^2 z$$

Интегрируя по частям (прием этот Ньютону был известен), получим

$$-\frac{1}{c}\Omega=\left[\frac{1}{\sqrt{Q}}\log(1+\varepsilon f(s))\right]_0^S+\frac{1}{2}\int_0^S\log(1+\varepsilon f(s))\cdot\frac{\dot{Q}}{\sqrt{Q^3}}\cdot ds$$

Но, с точностью до величин высших порядков относительно ε, будет

$$\log[1+\varepsilon f(s)]=\varepsilon f(s)$$

и мы получим

$$\frac{1}{c}\Omega=\frac{\varepsilon}{(1+\varepsilon)}\cdot\frac{1}{\cos z}-\frac{\varepsilon}{2}\int_0^S f(s)\frac{\dot{Q}}{Q^{3/2}}\cdot ds=\frac{\varepsilon}{\cos z}-\frac{\varepsilon}{2}\int_0^S f(s)\frac{\dot{Q}}{Q^{3/2}}ds$$

Интеграл в правой части имеет множителем $\frac{\varepsilon}{2}$, поэтому в этом интеграле можно в выражении Q все члены, содержащие множитель ε, отбросить, тогда будет

$$Q\approx(1+s)^2-c^2 \tag{50}$$

и интеграл

$$\frac{1}{2}\int_0^S f(s)\frac{\dot{Q}}{Q^{3/2}}ds=\int_0^S f(s)\frac{(1+s)\,ds}{[(1+s)^2-c^2]^{3/2}}$$

Функция $f(s)$ в пределах интегрирования остается положительной, поэтому если мы возьмем вместо $(1+s)$ его наибольшее значение $1+S$, т. е. кругло 1.01, а в знаменателе — его наименьшее значение 1, то будет

$$\int_0^S f(s)\frac{1+s}{[(1+s)^2-c^2]^{3/2}}\cdot ds<\frac{1+S}{(1-c^2)^{3/2}}\cdot\int_0^S f(s)\,ds$$

но $f(s)=\frac{q}{q_0}=f\left(\frac{\varrho}{a}\right)$, значит будет

$$\int_0^S f(s)\,ds=\frac{1}{a}\int_0^R\frac{q}{q_0}d\varrho=\frac{1}{q_0 a}\cdot\int_0^R q\,d\varrho$$

но интеграл $\int_0^R q\,d\varrho$ представляет массу столба атмосферы, площадь сече-

ния которого есть единица (скажем, 1 м²), обозначим эту массу через M; таким образом будет

$$\int_0^S f(s)\,ds = \frac{M}{q_0\,a} = \frac{Mg_0}{q_0 g_0\,a}$$

но Mg_0 есть *вес* указанного столба воздуха, равный весу столба (скажем, 760 мм) ртути в барометре; тогда, принимая за единицу веса килограмм и за единицу длины — метр, получим $Mg_0 = 10\,300$ кг. Величина $q_0 g_0$ есть вес куб. метра воздуха при атмосферном давлении, т. е. 1.293 кг; $a = 6\,380\,000$ м есть радиус Земли, таким образом будет

$$\frac{M}{q_0\,a} = \frac{Mg_0}{q_0 g_0\,a} = \frac{10300}{1.293 \cdot 6380000} = \frac{1}{800}$$

и, значит, в круглых числах будет $\frac{1+S}{800} \approx \frac{1}{790}$, следовательно,

$$\frac{\varepsilon}{2}\int_0^S f(s)\,\frac{\dot{Q}}{Q^{3/2}}\,ds < \frac{1}{790}\,\frac{\varepsilon}{\cos^3 z}$$

Обозначая через χ положительную правильную дробь, получим, с точностью до членов высших порядков относительно ε, выражение

$$\Omega = \varepsilon \operatorname{tang} z - \frac{\chi}{790}\,\varepsilon \operatorname{tang}^3 z \qquad (51)$$

или при понятном обозначении и расчете в секундах

$$\Omega = K \operatorname{tang} z - L \operatorname{tang}^3 z \qquad (52)$$

В этой формуле замечательно то, что *независимо от вида функции* $f(s)$

$$K = 206\,265\,\varepsilon$$

как мы имели при первой гипотезе Ньютона, и что L — малая, по сравнению с K, дробь. Это и есть теорема Лапласа. Из самого ее вывода следует, что она имеет место при таких зенитных расстояниях, при которых имеет место приближенное выражение (50), т. е. отброшенные в нем члены, действительно, могут быть пренебрегаемы по сравнению с удержанными, а это имеет место приблизительно пока $z \leqq 80°$.

Само собою понятно, какое упрощение вносит формула (52) в составление таблицы рефракции по *данным наблюдениям*. Возможно, что это и есть та теорема, упрощающая дело, о которой Ньютон пишет 26 января 1695 г., но, конечно, нельзя этого утверждать с уверенностью.

Нетрудно убедиться, продолжив разложение, что будет

$$\Omega = K \operatorname{tang} z - L \operatorname{tang}^3 z + M \operatorname{tang}^5 z \qquad (33)$$

Определив входящие в эту формулу постоянные по значениям рефракции для $z = 45°$, $75°$, $85°$ и проделав затем контрольное вычисление по формулам квадратур для $z = 86°$ и по формуле (33), мы увидим, что

эта формула применима для значений z до 86°, ограничиваясь тою точностью, которой довольствовался Ньютон.

Вычисление это выполнено в табл. VIII.

Таблица VIII

Вычисление рефракции для второй теории Ньютона по формуле:

$$\Omega = K \operatorname{tang} z - L \operatorname{tang}^3 z + M \operatorname{tang}^5 z$$

$$\log K = 1.7268;\ \log L = \bar{2}.7592;\ \log M = \bar{5}.9651$$

1	2	3	4	5	6	7
z	$K \operatorname{tang} z$	$L \operatorname{tang}^3 z$	$M \operatorname{tang}^5 z$	Ω	По табл. Newton'a (1721)	(5) — (6)
30°	30.″78	— 0.″01		30.″77	31″	—0.″23
35	37.33	.02		37.31	38	—0.69
40	44.73	.03		44.70	45	—0.30
45	53.31	.06		53.25	54	—0.75
50	63.14	.10		63.04	64	—0.96
55	76.14	.17		75.97	76	—0.03
60	92.34	.30		92.04	92	+0.04
65	114.3	0.57		113.7	114	—0.3
70	146.5	1.2		145.3	146	—0.7
75	199.0	3.0		196.0	197	—1.0
76	213.8	3.7		210.1	211	—0.9
77	230.9	4.7		226.2	227	—0.8
78	250.8	6.0		244.8	245	—0.2
79	274.3	7.8		266.5	267	—0.5
80	302.4	10.8		291.6	292	—0.4
81	336.6	14.5	0.″9	323.0	322	+1.0
82	379.3	20.1	1.7	360.9	360	—0.9
83	434.2	31.1	3.3	406.4	407	—0.6
84	507.2	49.4	7.2	465.0	465	0.0
85	609.3	85.7	18.0	541.6	542	—0.4
86	762.4	168.0	55.2	649.6	648	+1.6

Вычислено по квадратурам (см. табл. X)

z	Ω	Newt.	Ω — N
86°	649.″6	648″	+ 1.″9
87	799.3	800	— 0.7
88	1025.2	1028	— 2.8
89	1392.8	1387	+ 5.8
89 30′	1683.7	1655	+28.7
90	2057.8	2025	+32.8

Примечание. В письме к Флемстиду от 16 февраля 1695 г. Ньютон указывает, что, приняв при 87° рефракцию равной 13′3″, он получает горизонтальную рефракцию в 34′, а приняв при 87° рефракцию 14′, он получает горизонтальную рефракцию несколько более 37′. Как видно, обе эти величины больше взятой им 33′45″.

Таким образом остается показать, как вычисляется рефракция для $z \geqq 86°$ по формулам квадратур.

§ 8. Прежде чем приступать к численным вычислениям по формулам приближенных квадратур величины Ω, определяемой равенством

$$\frac{1}{kc\varepsilon}\,\Omega = \int_0^\infty \frac{e^{-ks}}{1+\varepsilon e^{-ks}}\cdot\frac{ds}{\sqrt{Q}} \tag{47}$$

причем

$$Q = (1+\varepsilon e^{-ks})^2(1+s)^2 - c^2 \tag{47'}$$

$$c = (1+\varepsilon)\sin z$$

надо привести входящий в это равенство интеграл к виду, удобному для численных вычислений, так чтобы результат получался с требуемой точностью, без излишней затраты труда и времени.

Наибольшее значение рефракции при спокойном состоянии атмосферы составляет кругло $2000''$ для $z = 90°$ и $800''$ для $z = 87°$; Ньютон довольствовался точностью до $3''$, поэтому относительная погрешность в $\frac{1}{1000}$ для этих пределов изменяемости z вполне допустима, а такая точность теперь достижима при пользовании хорошей логарифмической линейкой, длиною в 50 см, в особенности если указатель снабжен линзою. На такой линейке мы и производили все наши вычисления, а затем для контроля повторили их пятизначными логарифмами. В прилагаемых таблицах приведены лишь эти последние вычисления, как более удобные для проверки.

Величина $\varepsilon \approx \frac{1}{3800}$; это сразу показывает, что в левой части равенства можно полагать

$$c = \sin z$$

и в правой части, вне знака корня, множитель $1+\varepsilon e^{-ks}$ заменить через 1.

Величина $k \approx 800$, значения показательной функции e^{-ks} таковы:

$$s = \frac{1}{100};\quad ks = 8;\quad e^{-ks} = \frac{1}{2981}$$

$$s = \frac{1}{80};\quad ks = 10;\quad e^{-ks} = \frac{1}{22026}$$

отсюда ясно, что за верхний предел, вместо бесконечности, можно брать $S = \frac{1}{100}$, что тотчас же и подтвердится пробным вычислением.

Величины:

$$(1+\varepsilon e^{-ks})^2 = 1 + 2\varepsilon e^{-ks} + \varepsilon^2 e^{-ks}$$

$$c^2 = \sin^2 z + 2\varepsilon\sin^2 z + \varepsilon^2\sin^2 z$$

в выражение Q входят не величины 1 и $\sin^2 z$, а их разность $\cos^2 z$, поэтому когда $z \neq 90°$, то члены низшего порядка, по сравнению с которыми члены, содержащие множитель ε^2, могут быть отброшены, суть

$$2\varepsilon e^{-ks};\quad 2\varepsilon\sin^2 z;\quad \cos^2 z$$

соответственно чему Q и заменяется его приближенным выражением.

Для удобства вычислений полагаем

$$ks = \sigma$$

тогда будет

$$\frac{1}{c\varepsilon}\Omega = \int_0^H \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q(\sigma)}} \cdot d\sigma$$

причем

$$Q(\sigma) = \frac{2\sigma}{k} + 2\varepsilon e^{-\sigma} + \cos^2 z - 2\varepsilon \sin^2 z + \frac{\sigma^2}{k^2} + 4\varepsilon \frac{\sigma}{k} e^{-\sigma} + 2\varepsilon \frac{\sigma^2}{k^2} e^{-\sigma}.$$

$H \approx 8.00$, так что $0 \leqq \sigma \leqq 8$; сравнив относительную величину членов и приняв во внимание множитель $e^{-\sigma}$ в числителе подинтегральной функции, легко убедиться, что с принятою для нашего вычисления точностью последние три члена в выражении Q, пока $z \leqq 89°30'$, могут быть отброшены, как не оказывающие влияния на результат вычисления при указанной степени точности его.

Таким образом будет

$$Q = \frac{2\sigma}{k} + 2\varepsilon e^{-\sigma} + (\cos^2 z - 2\varepsilon \sin^2 z) \tag{48}$$

В это выражение входят постоянные ε и k. Первая из этих постоянных определяется проще всего по значению рефракции при $z = 45°$ (мы пользуемся лишь методами, которыми располагал Ньютон, — метода наименьших квадратов была изобретена через 80 лет после его смерти) и оказывается равной

$$\varepsilon = \frac{53.31}{206265} = 0.0002585; \qquad \log \varepsilon = \bar{4}.41238$$

Величина k, определенная по законам физики и гидростатики, оказывается равной 800; но, повидимому, Ньютон не полагался на это значение, а определял его по значению рефракции при 87°, принимаемому им в 800″, и проверял по значению рефракции при $z = 90°$, причем получал указанную им в письме от 15 марта невязку.

Пользуясь приближенными квадратурами, определение k совершается последовательными приближениями, порядок выполнения которых настолько очевиден, что на нем нет надобности останавливаться в деталях.

Вычисления, послужившие для определения величины k, приведены полностью в помещаемой ниже табл. IX. Полученное значение $k = 790$ сходится весьма близко с теоретическим его значением $k = 800$, соответствующим давлению 760 мм и температуре 0° С.

Интегралы вычислены по приближенной формуле квадратур Симисона, как подробнее пояснено ниже.

Значения при 88° и 89°, показанные в таблице Ньютона, заметно разнятся от вычисленных нами по формулам приближенных квадратур. Это показывает, что или Ньютон вычислял их как-нибудь иначе, или же что он воспользовался наблюдениями Флемстида и придержался не вычислен-

ных теоретически значений, а этих наблюденных, учтя всю совокупность наблюдений Флемстида, произведенных столь тщательно, что Флемстид называет их „неоспоримыми“.

§ 9. При $z=90°$, когда $s=0$, возьмем ли мы точное выражение Q, или приближенное, оба обращаются в нуль, и формулы приближенных квадратур неприменимы.

Ньютон имел различные возможности для того, чтобы обойти это затруднение. Как он в данном случае поступил,— совершенно неизвестно; мы приводим некоторые из возможных приемов, не выходящих из пределов тех аналитических методов, которыми Ньютон в то время владел.

1-ый прием. Не развивая в деталях относящиеся сюда формулы, мы наметим их в общих чертах.

Мы имели равенство

$$\frac{1}{kc\varepsilon}\Omega=\int_0^\infty\frac{e^{-ks}\cdot ds}{\sqrt{Q(s)}}$$

при $z=90°$ будет $c=1$ и

$$Q(s)=(1+\varepsilon e^{-ks})^2(1+s)^2-(1+\varepsilon)^2$$

очевидно, что при $s=0$ будет $Q=0$. Пусть будет

$$\lambda=\operatorname*{пред}_{s=0}\frac{Q(s)}{s}=2[1-k\varepsilon+\varepsilon]$$

так как $k\varepsilon\approx\frac{1}{4}$, то будет $\lambda\approx\frac{3}{4}$.

Очевидно, имеем тожество

$$Q(s)=\lambda s+[Q(s)-\lambda s]$$

значит будет

$$\frac{Q(s)}{s}=\lambda+\frac{Q(s)-\lambda s}{s}=\lambda+F(s) \tag{49}$$

при само собою понятном обозначении; нетрудно убедиться, что при $s=0$ ни сама функция $F(s)$, ни ее производная $F'(s)$ в нуль не обращаются.

При сделанных обозначениях имеем

$$\frac{1}{k\varepsilon}\Omega=\int_0^\infty\frac{e^{-ks}\cdot ds}{\sqrt{s}\cdot\sqrt{\lambda+F(s)}}$$

Интегрируя по частям, получаем

$$\frac{1}{k\varepsilon}\Omega=\left[2\sqrt{s}\cdot\frac{e^{-ks}}{\sqrt{\lambda+F(s)}}\right]_0^\infty-2\int_0^\infty\sqrt{s}\cdot\left(\frac{e^{-ks}}{\sqrt{\lambda+F(s)}}\right)'ds=-2\int_0^\infty\sqrt{s}\cdot\left[\frac{e^{-ks}}{\sqrt{\lambda+F(s)}}\right]'ds$$

ибо величина, стоящая вне знака интеграла при обоих пределах, равна нулю; таким образом будет

$$\frac{1}{k\varepsilon}\Omega = 2\int_0^\infty \sqrt{s}\,\frac{e^{-ks}}{\sqrt{\lambda + F(s)}}\cdot ds + \int_0^\infty \frac{\sqrt{s}\cdot e^{-ks}\cdot F'(s)\,ds}{[\lambda + F(s)]^{3/2}} \quad (50)$$

К интегралам, стоящим в правой части, заменив верхний предел через конечную величину $S \approx \frac{1}{100}$, формулы квадратур применимы, но вычисления настолько длинны, что этот прием для практики не является удобным.

2-й прием. Взяв формулу

$$\frac{1}{c\varepsilon}\Omega = \int_0^H \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}\,d\sigma$$

в которой $Q = \frac{2\sigma}{k} + 2\varepsilon e^{-\sigma} + \cos^2 z - 2\varepsilon\sin^2 z$, берем между 0 и H ряд промежуточных значений

$$h_1,\ h_2,\ \dots\ h_n$$

настолько близких между собою, чтобы для каждого такого промежутка как $h_{i+1} - h_i$ соответствующий интеграл

$$S_i = \int_{h_i}^{h_{i+1}} \frac{e^{-\sigma}\cdot d\sigma}{\sqrt{Q}}$$

с достаточною точностью вычислялся по простейшей из Ньютоновых формул квадратур, основанной на замене подинтегральной функции параболами второй степени; формула эта получила впоследствии название „формулы Симпсона“. Величину же h_1 надо брать настолько малой, чтобы при $z \geq 88°30'$ и при $z = 90°$, с требуемой степенью точности, можно было положить

$$e^{-\sigma} = 1 - \sigma$$

Таким образом вообще будет

$$Q = \left(\frac{2}{k} - 2\varepsilon\right)\sigma + (1 + 2\varepsilon)\cos^2 z = a\sigma + b$$

и

$$S_1 = \int_0^{h_1} \frac{1-\sigma}{\sqrt{a\sigma + b}}\cdot d\sigma = \frac{2}{a}\left(\sqrt{ah_1 + b} - \sqrt{b}\right)\left(1 - \frac{b}{a}\right) - \frac{2}{3}\left[(ah_1 + b)^{3/2} - b^{3/2}\right]\cdot\frac{1}{a^2}$$

Когда $z = 90°$, то $b = 0$, и предыдущая формула не только остается применимой, но и значительно упрощается. Этим приемом мы и воспользовались в табл. X как простейшим.

3-й прием. Приняв формулу

$$\frac{1}{c}\Omega = \int_0^H \frac{e^{-\sigma}\,d\sigma}{\sqrt{Q}}$$

берем между 0 и H ряд промежуточных значений

$$h_1,\ h_2,\ \ldots h_i,\quad h_{i+1},\ \ldots h_n$$

настолько близких между собою, чтобы в каждом таком промежутке можно было, с принятою для вычисления точностью, функцию $Q(\sigma)$ заменить функцией линейной, иными словами, заменить соответствующий участок кривой $Q(\sigma)$ или его хордою, или касательной; таким образом для участка между h_i и h_{i+1} будет:

по хорде:

$$h_\alpha \leqq \sigma \leqq h_{\alpha+1} \quad Q(\sigma) = Q(h_i) + \frac{Q(h_{i+1}) - Q(h_i)}{h_{i+1} - h_i}(\sigma - h_i) \tag{51}$$

по касательной:

$$h_\alpha \leqq \sigma \leqq h_{\alpha+1} \quad Q(\sigma) = Q\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}\right) + Q'\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}\right)\cdot\left(\sigma - \frac{h_i + h_{i+1}}{2}\right) \tag{52}$$

Вычислив по формуле (51) величину $Q\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}\right)$ и сравнив ее с значением этой величины, доставляемым формулой (52), получим верхний предел погрешности каждой из этих формул, а значит, найдем, достаточно ли мал избранный промежуток $h_{i+1} - h_i$.

После того как промежутки избраны, для каждого из них проверяем, будет ли с требуемою степенью точности и величина $e^{-\sigma}$ представляться линейною функцией σ, и если в каком-либо из этих промежутков точность такого представления недостаточна, то этот промежуток подразделяем на более мелкие.

Когда промежутки таким образом окончательно установлены, то для каждого из них в отдельности применимы формулы, относящиеся к первой теории Ньютона, по которым и вычислится значение отклонения луча при прохождении соответствующего этому промежутку слоя атмосферы; сумма этих отклонений и дает полную рефракцию.

Такой способ вычисления, очевидно, применим не только для значения $z = 90°$, но и для других значений, близких к 90°, например 89°45′ или 89°50′, когда прием, изложенный в § 8, неприменим.

Само собою разумеется, что нет надобности производить вычисление по формулам первой теории до границы атмосферы, достаточно применять этот способ до такого значения h_i, начиная с которого величина $Q(h_i)$ уже настолько отличается от нуля, что вычисление по формулам § 8 становится достаточно точным.

Ясно, что этот способ требует большой затраты вычислительной работы, но ведь Ньютон сам указывает, что он на нее затратил „более двух месяцев упорного труда", а в числовых вычислениях он был столь же искусен, как и во всем остальном, и недаром в одном из своих писем, кажется к Коллинсу, он, вспоминая свои работы в молодые годы по разложению функций в ряды, пишет: „...мне становится стыдно вспоминать, с каким громадным числом знаков я эти вычисления производил".

Главное неудобство этого приема состоит в том, что надо брать большое число участков, величина которых не столько определяется условием, чтобы функция $Q(s)$, где показательная e^{-ks} умножается на малую величину 2ε, могла быть заменена функцией линейной, но чтобы в числителе эта показательная с тою же относительною точностью могла быть заменена линейной функцией.

Является вопрос, как избавиться от этого недостатка.

§ 10. Положим, что, не обращая внимания на множитель $e^{-\sigma}$, мы выбрали такие промежутки, что в каждом из них величина $Q(\sigma)$ представляется линейной функцией от σ, тогда вычисление рефракции приводится к вычислению интегралов вида

$$N_i = \int_{h_i}^{h_{i+1}} \frac{e^{-\sigma}\, d\sigma}{\sqrt{a\sigma + b}} \tag{53}$$

Чтобы избавиться от знаменателя и радикала, сама собою напрашивается подстановка

$$a\sigma + b = at^2$$

из которой следует

$$d\sigma = 2t\, dt$$

и пределы:

$$p = \frac{1}{\sqrt{a}} \sqrt{ah_i + b} = \frac{1}{\sqrt{a}} Q(h_i) \quad \text{и} \quad q = \frac{1}{\sqrt{a}} \sqrt{ah_{i+1} + b} = \frac{1}{\sqrt{a}} Q(h_{i+1})$$

и мы получим

$$N_i = \frac{2}{\sqrt{a}}\, e^{\frac{b}{a}} \int_p^q e^{-t^2} dt \tag{54}$$

Крамп, в своем сочинении „Analyse des réfractions astronomiques et terrestres", 1799, указав эту подстановку, составил и обширные таблицы функции

$$\Phi(x) = \int_x^\infty e^{-t^2} dt \tag{55}$$

Кроме того, он составил таблицу логарифмов этой функции и таблицу логарифмов произведения $e^{x^2}\Phi(x)$; аргументы в его таблицах даны через 0.01.

В 1888 г. акад. А. А. Марков, вычислив заново значения функции $\Phi(x)$, издал таблицы, где эта функция дана для аргументов через 0.001 от $x = 0$ до $x = 2.999$ и через 0.01 для x от $x = 3.00$ до $x = 4.80$ с одиннадцатью знаками (см.: André Marcoff. Table des valeurs de l'intégrale $\int_x^\infty e^{-t^2} dt$, St. Petersb., éd. Acad. Sc., 1888).

Очевидно, что

$$\int_p^q e^{-t^2}\,dt = \int_p^\infty e^{-t^2}\,dt - \int_q^\infty e^{-t^2}\,dt = \Phi(p) - \Phi(q)$$

так что при пользовании таблицами Крампа или Маркова вычисление рефракции приводится к вычислению суммы членов вида

$$N = \frac{2}{\sqrt{a}} e^{a} [\Phi(p) - \Phi(q)] \tag{56}$$

Но здесь приходится считаться с одним обстоятельством, для вычислений весьма невыгодным.

Положим, что мы хотим вычислить величину Ω с относительной погрешностью, не превосходящей $\frac{1}{1000}$; для этого надо, чтобы в разности $\Phi(p) - \Phi(q)$ было три значащих цифры верных и четвертая сомнительная, е погрешностью ± 1. Аргументы p и q, взятые по хордам из значений Q при вычислении интегралов по формулам квадратур, таковы:

p	q
1.123	1.166
1.160	1.263
1.244	1.431
1.392	1.640
1.608	1.894

и т. д.

Возьмем для примера среднюю пару $p = 1.244$; $q = 1.431$; таблицы Маркова дают:

$$\begin{aligned} \Phi(p) &= 0.069595\ \ 11520 \\ \Phi(q) &= 0.038105\ \ 05567 \\ \hline \Phi(p) - \Phi(q) &= 0.031490\ \ 05953 \end{aligned}$$

Может показаться, что все хорошо, но ведь аргументы p и q вычислялись, а не *задавались*, значит при вычислении с четырьмя значащими цифрами по довольно сложным формулам последний знак сомнителен на ± 1 по крайней мере, и значит, истинные значения p и q могли бы быть, например, такие:

$$p = 1.245; \qquad q = 1.430$$

а тогда будет:

$$\begin{aligned} \Phi(p) &= 0.069382\ \ 60814 \\ \Phi(q) &= 0.038234\ \ 26390 \\ \hline \Phi(p) - \Phi(q) &= 0.031148\ \ \ldots\ldots \end{aligned}$$

и относительная погрешность составляет

$$\frac{0.00034}{0.03149} \approx \frac{1}{100}$$

а надо $\frac{1}{1000}$, следовательно, вычисление аргументов p и q должно быть производимо так, чтобы четыре цифры были верных и лишь пятая сомнительная, а если мы возьмем более близкую пару, например 1.160 и 1.263, то будет:

$$\begin{array}{rl} \Phi(1.160) = 0.089423 & 66189 \\ \Phi(1.263) = 0.065646 & 98863 \\ \hline \Phi(p) - \Phi(q) = 0.023776 & 67326 \end{array} \qquad \begin{array}{rl} \Phi(1.161) = 0.089163 & 58036 \\ \Phi(1.262) = 0.065850 & 11925 \\ \hline \Phi(p) - \Phi(q) = 0.023313 & 46111 \end{array}$$

$$\text{Относительная погрешность} = \frac{46}{2378} \approx 0.02.$$

Значит, чтобы получить относительную погрешность в $\frac{1}{1000}$, надо вычислять так, чтобы было пять значащих цифр верных и лишь шестая сомнительная, т. е. по шестизначным логарифмам.

Этот недостаток может быть в значительной степени устранен, так что пятизначные логарифмы дадут достаточную точность, если величину q вычислять не непосредственно по формуле

$$q = \frac{1}{\sqrt{a}} \sqrt{Q(h_{i+1})}$$

а по формуле

$$q = p + \gamma$$

причем будет

$$\gamma = \frac{(h_{i+1} - h_i)\sqrt{a}}{\sqrt{Q(h_i)} + \sqrt{Q(h_{i+1})}}$$

Выгода вычисления по этим формулам состоит в том, что погрешность в величине q будет такая же, как и в величине p, так что в нашем примере было бы

$$p = 1.245 \qquad q = 1.432$$

тогда

$$\begin{array}{rl} \Phi(1.245) = 0.069382 & 60814 \\ \Phi(1.432) = 0.037976 & 21671 \\ \hline \Phi(p) - \Phi(q) = 0.031406 & 39143 \end{array}$$

и относительная погрешность составит

$$\frac{0.00008}{0.03149} \approx \frac{1}{400}$$

Для второй пары мы имели бы при $p = 1.161$, $q = 1.264$ и было бы

$$\begin{array}{rl} \Phi(1.161) = 0.089163 & 58036 \\ \Phi(1.264) = 0.065444 & 37048 \\ \hline \Phi(p) - \Phi(q) = 0.023719 & 21\ldots \end{array}$$

и относительная погрешность составила бы

$$\frac{57}{23719} \approx \frac{1}{400}$$

Отсюда ясна выгода непосредственного вычисления по формулам квадратур, где не приходится иметь дела с разностями быстро изменяющихся величин и нет происходящей от этого утраты точности результатов.

Само собою разумеется, что пользование готовыми таблицами функции $\Phi(x)$ значительно упрощает вычисление рефракции, но из этого отнюдь не следует, чтобы отсутствие такой таблицы могло представить какое-либо затруднение для Ньютона при вычислении интегралов вида

$$S(p, q) = \int_p^q e^{-t^2} dt$$

В самом деле, мы имеем вообще:

$$\int_p^q = \int_p^{q_1} + \int_{q_1}^{q_2} + \ldots + \int_{q_n}^{q}$$

Возьмем величины $q_1, q_2, \ldots q_n$, так чтобы разности между верхним и нижним пределами каждого из интегралов правой части были между собою равны и не больше некоторого числа α, скажем 0.2 или 0.4.

Таким образом вычисление рассматриваемого интеграла $S(p, q)$ приводится к вычислению суммы интегралов вида

$$S(a, a+\alpha) = \int_a^{a+\alpha} e^{-t^2} dt$$

причем α — малая величина.

Пусть будет

$$t = a + \frac{\alpha}{2} + x$$

Положив

$$\frac{b}{2} = a + \frac{\alpha}{2} \quad \text{или} \quad b = 2a + \alpha$$

получим

$$S(a, a+\alpha) = e^{-\frac{b^2}{4}} \cdot \int_{-\frac{\alpha}{2}}^{+\frac{\alpha}{2}} e^{-bx} \cdot e^{-x^2} \cdot dx$$

Но

$$e^{-x^2} = 1 - x^2 + \frac{x^4}{2} - \frac{x^6}{6} + \ldots$$

Величина x^2 не больше $\frac{\alpha^2}{4}$, поэтому если взять $\alpha = 0.2$, то будет

$$\frac{x^4}{2} \leq \frac{1}{20000}$$

следовательно, довольствуясь *относительною* точностью в $\frac{1}{20000}$, мы можем в разложении e^{-x^2} взять лишь первые два члена, т. е. $1 - x^2$.

Если довольствоваться относительною точностью в $\frac{1}{1000}$, то можно брать $\alpha = 0.4$. В нашем вопросе точность в $\frac{1}{1000}$ вполне достаточна, и мы можем брать $\alpha = 0.4$ и полагать

$$\int_{-\frac{\alpha}{2}}^{+\frac{\alpha}{2}} e^{-bx} \cdot e^{-x^2}\,dx = \int_{-\frac{\alpha}{2}}^{+\frac{\alpha}{2}} (1 - x^2)\, e^{-bx}\,dx$$

Интегрированием по частям получаем

$$\int_{-\frac{\alpha}{2}}^{+\frac{\alpha}{2}} (1 - x^2)\, e^{-bx}\,dx = \frac{1}{b}\left[\frac{\alpha}{b} + \left(1 - \frac{\alpha^2}{4} - \frac{2}{b^2}\right)\right] e^{\frac{\alpha b}{2}} + \frac{1}{b}\left[\frac{\alpha}{b} - \left(1 - \frac{\alpha^2}{4} - \frac{2}{b^2}\right)\right] e^{-\frac{\alpha b}{2}}$$

так что приближенно (с относительной погрешностью $\leqq \frac{1}{1000}$) будет

$$\int_{p}^{p+\alpha} e^{-t^2}\,dt = \frac{1}{b}\, e^{-\frac{b^2}{4}} \left\{\left[\frac{\alpha}{b} + \left(1 - \frac{\alpha^2}{4} - \frac{2}{b^2}\right)\right] e^{\frac{\alpha b}{2}} + \left[\frac{\alpha}{b} - \left(1 - \frac{\alpha^2}{4} - \frac{2}{b^2}\right)\right] e^{-\frac{\alpha b}{2}}\right\} \quad (57)$$

причем

$$b = 2p + \alpha$$

Ньютон имел в своем распоряжении таблицы как обыкновенных, так и натуральных (Неперовых) логарифмов, и численное вычисление по формуле (57) не представляло в его время никаких затруднений, также и самый вывод этой формулы был ему вполне доступен, но, конечно, нельзя утверждать, что он ею пользовался.

В настоящее время имеются хорошие таблицы функций:

$$\operatorname{Sh} u = \frac{e^u - e^{-u}}{2} \quad \text{и} \quad \operatorname{Ch} u = \frac{e^u + e^{-u}}{2}$$

и их логарифмов. Чтобы воспользоваться такими таблицами, следует формулу (57) писать так:

$$\int_{p}^{p+\alpha} e^{-t^2}\,dt = \frac{2}{b}\, e^{-\frac{b^2}{4}} \left[\left(1 - \frac{\alpha^2}{4} - \frac{2}{b^2}\right) \operatorname{Sh} \frac{\alpha b}{2} + \frac{\alpha}{b} \operatorname{Ch} \frac{\alpha b}{2}\right] \quad (58)$$

Точность этой формулы для $\alpha \leqq 0.2$ составляет $\frac{1}{20000}$, а для $\alpha \leqq 0.4$ — до $\frac{1}{1000}$ вычисляемой величины.

Чтобы при вычислении избежать малых разностей больших чисел (это имеет место, когда число p — малое), следует заменить показательную функцию $e^{\pm\frac{\alpha b}{2}}$ ее разложением

$$e^{\pm\frac{\alpha b}{2}} = 1 \pm \frac{\alpha b}{2} + \frac{\alpha^2 b^2}{8} \pm \frac{1}{48}\alpha^3 b^3 + \frac{1}{384}\alpha^4 b^4$$

тогда будет с принятою степенью точности:

$$\int_p^{p+\alpha} e^{-t^2}\,dt = \frac{1}{384}\,a e^{-\frac{b^2}{4}}\left[192 + 8\,a^2 b^2 - 16\,a^2 - a^4 b^2\right] \qquad (59)$$

Формула эта имеет место с указанной степенью относительной точности, пока

$$a \leqq 0.4; \qquad p \leqq 1.05.$$

Чтобы проверить степень точности этих формул, дадим несколько примеров вычисления по ним.

1-й пример. Вычислить интеграл

$$S = \int_1^{1,2} c^{-t^2}\cdot dt$$

В этом случае: $b = 2.2$; $a = 0.2$; $\frac{ab}{2} = 0.22$

$$S = \left\{\frac{1}{1.1}\left[1 - \frac{1}{100} - \frac{1}{2,42}\right]\cdot \mathrm{Sh}\ 0.22 + \frac{0.1}{1.21}\,\mathrm{Ch}\,0.22\right\} e^{-1.21}$$

$$1 - \frac{1}{100} = 0.99000$$
$$\frac{1}{2,42} = 0.41322$$
$$\overline{0.57678}$$

$$\log 0.57678 = \bar{1}.76100$$
$$\mathrm{colog}\,1.1 = \bar{1}.95861$$
$$\log \mathrm{Ch}\ 0.22 = \bar{1}.34592$$
$$\overline{\bar{1}.06553}$$
$$0.11629$$

$$\log\frac{0.1}{1.21} = \bar{2}.91721$$
$$\log \mathrm{Ch}\ 0.22 = 0.01043$$
$$\overline{\bar{2}.92764}$$
$$0.08465$$

$$\log 0.20094 = \bar{1}.30306$$
$$\log e^{-1.21} = \bar{1}.47451$$
$$\overline{\bar{2}.77757}$$
$$S = 0.059920$$

По таблицам Маркова:

$$\Phi(1) = 0.1394028$$
$$\Phi(1,2) = 0.0794822$$
$$\overline{S = 0.0599206.}$$

Относительная погрешность $\approx \frac{6}{600000} \approx \frac{1}{100000} < \frac{1}{20000}$

2-й пример. Вычислить интеграл

$$S = \int_0^{0.4} e^{-t^2}\,dt$$

В этом случае: $p=0$; $a=0.4$; $b=0.4$; $\frac{ba}{2}=0.08$; $\frac{2}{b}=5$

$$1-\frac{a^2}{4}= \quad 0.96$$
$$-\frac{2}{b^2}=-12.50$$
$$\overline{\quad -11.54}$$

$$\log 11.54=1.06221\,(n)$$
$$\log \mathrm{Sh}\ 0.08=\bar{1}.90355$$
$$\overline{\bar{1}.96576\,n}$$
$$-0.92420$$
$$\mathrm{Ch}\,0.08=1.00320$$
$$\overline{0.07900}$$

$$\log 5=0.69897$$
$$\log 0.07900=\bar{2}.89763$$
$$\log e^{-0.04}=\bar{1}.98263$$
$$\overline{\log S=\bar{1}.57923}$$
$$S=0.37952$$

По таблицам Маркова:

$$\Phi(0)=0.8862269$$
$$\Phi(0.4)=0.5065741$$
$$\overline{S=0.3796528}$$

Относительная погрешность: $\frac{1}{3795}$.

В этом примере относительная точность получилась меньше по двум причинам: 1) промежуток a в два раза больше и 2) утрата одной значащей цифры в разности

$$1.00320-0.92420=0.07900$$

От этого последнего недостатка можно избавиться, воспользовавшись формулою (59), для которой имеем:

$$a=0.4;\quad b=0.4;\quad ab=0.16;\quad a^2b^2=0.0256;\quad a^2=0.16$$

По этим данным будет:

$$8a^3b=0.2048;\quad 16a^2=2.560;\quad a^2\cdot a^2b^2=0.041;\quad 16a^2-a^4b^2=2.519$$
$$192.205-2.519=189.686$$
$$S=\frac{1}{480}\cdot e^{-0.04}\cdot 189.686$$
$$\log 189.686=2.278035$$
$$\operatorname{colog} 480=\bar{3}.318759$$
$$\log e^{-0.04}=\bar{1}.982628$$
$$\overline{\log S=\bar{1}.579422}$$
$$S=0.379684$$

По таблицам Маркова:

$$\Phi(0)=0.8862269$$
$$\Phi(0{,}4)=0.5065741$$
$$\overline{S=0.3796528}$$

Относительная погрешность $\approx\frac{31}{379684}\approx\frac{1}{12000}$.

Как видно, вывод формулы (57) и дальнейшее пользование ею требует лишь самых элементарных приемов анализа, которыми Ньютон, в то

время как он занимался вопросом об астрономической рефракции, вполне обладал.

Мы вошли во все эти подробности потому, что если не соблюдать всех изложенных предосторожностей, то получить при вычислении с малым числом знаков достаточно точные результаты невозможно.[1]

В таблицах IX и X дано вычисление рефракции по второй теории Ньютона, пользуясь формулами, развитыми в §§ 8 и 9. Необходимые пояснения даны в примечаниях на самих таблицах.

§ **11.** К изложенным в §§ 9 и 10 искусственным приемам приходится прибегать для вычисления рефракции вблизи горизонта, но уже Ньютон, в письме от 24 октября 1694 г., отметил изменчивость этого значения и указал причину его. Чтобы наглядно представить слова Ньютона, вообразим, что весною или осенью мы со стрелки Елагина острова любуемся закатом солнца. Каков же путь солнечного луча по земной атмосфере? Ответ такой. Где-то близ Бергена, у берегов Норвегии, над Атлантическим океаном, этот луч, на высоте около 120 км, входит в крайне холодную атмосферу водорода и гелия, которая постепенно переходит в атмосферу азота, и где-то над Стокгольмом, на высоте 30 км, этот луч входит в область стратосферы, идет в ней над Балтийским морем до Финского залива, над входом в который, на высоте около 11 км, переходит в область тропосферы с ее изменчивой температурой, влажностью и пр. Отсюда понятны слова А. И. Тихона, сказанные им на заседании 16 октября 1934 г. Института истории науки и техники, что ему случалось наблюдать горизонтальную рефракцию, отличающуюся от показываемых в таблицах 34′ не на несколько минут и секунд, а на *два градуса* и более.

Отсюда ясен весь условный смысл этих 34′, относящийся к идеально спокойному (в оптическом смысле) состоянию нижних слоев атмосферы.

Теорема Лапласа дает ясный ответ, почему при зенитных расстояниях до 70°—85° рефракция хорошо согласуется с таблицами: потому что для этих значений она практически от строения атмосферы не зависит, мы же видели, сколь просто эта теорема следует из общих формул Ньютона.

Учет влияния температуры и высоты барометра в месте наблюдения следует из формулы

$$\Omega = K \operatorname{tang} z = 206265\, \varepsilon \operatorname{tang} z \qquad (60)$$

Стоит только в Ньютоновой формуле

$$\mu = 1 + \varepsilon \frac{q}{q_0} \qquad (61)$$

---

[1] Замечательно, что Th. v. Oppolzer в „Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten", Bd. II, p. 37, применяет для вычисления значений интеграла (55) способ приближенных квадратур, основанный на Ньютоновой формуле интерполяции для равноотстоящих ординат, и таким образом составляет десятизначную таблицу величин этого интеграла через 0.01.

Вычисление рефракции по

Определение величины k по значе

$2\varepsilon = 0.0005170$ $k = 800$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
σ	$2\varepsilon e^{-\sigma}$	$\frac{2\sigma}{k}$ $(k=800)$	(2) + (3)	$Q=$ (4) + (γ)	colog Q	$\log \frac{1}{\sqrt{Q}}$	$\log e^{-\sigma}$	(7) + (8)	$\frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	Суммы (10) по Симпсону
0.000	0.0005170	0.0000000	0.0005170	0.0027404	2.56219	1.28110	0.00000	1.28110	19.103	
0.025	5042	0.0000625	5667	27901	2.55438	1.27719	$\bar{1}$.98915	1.26634	18.465	
0.050	4918	0.0001250	6168	28402	2.54665	2.27332	$\bar{1}$.97829	1.25161	17.849	
0.075	4796	1875	6671	28905	2.53903	1.26952	$\bar{1}$.96743	1.23695	17.257	
0.100	4678	2500	7178	29419	2.53147	1.26573	$\bar{1}$.95657	1.22230	16.684	
0.150	4450	3750	8200	30434	2.51664	1.25832	$\bar{1}$.93486	1.19318	15.602	107.187
0.200	4233	5000	0.0009233	31467	2.50214	1.25107	$\bar{1}$.91314	1.16421	14.595	
0.250	4026	6250	0.0010276	82510	2.48898	1.24449	$\bar{1}$.89143	1.13592	13.675	
0.300	3830	7500	11330	33564	2.47412	1.23706	$\bar{1}$.86971	1.10677	12.787	
0.375	3553	0.0009375	12928	35162	2.45393	1.22697	$\bar{1}$.83715	1.06412	11.591	87.884
0.450	3297	0.0011250	14547	36781	2.43438	1.21719	$\bar{1}$.80457	1.02176	10.514	
0.525	3058	13125	16183	38417	2.41548	1.20774	$\bar{1}$.77200	0.97974	9.544	
0.600	2837	15000	17837	40071	2.39717	1.19858	$\bar{1}$.73942	0.93800	8.670	
0.700	2567	17500	20067	42301	2.37365	1.18682	$\bar{1}$.69600	0.88282	7.635	63.512
0.800	2323	20000	22323	44557	2.35108	1.17554	$\bar{1}$.65257	0.82811	6.732	
0.900	2102	22500	24602	46836	2.32942	1.16471	$\bar{1}$.60914	0.77385	5.941	
1.000	1902	25000	26902	49136	2.30860	1.15430	$\bar{1}$.56571	0.72001	5.248	
1.150	1637	28750	30387	52621	2.27884	1.13942	$\bar{1}$.50057	0.63999	4.365	40.883
1.300	1409	32500	33909	56143	2.25070	1.12535	$\bar{1}$.43541	0.56076	3.637	
1.450	1212	36250	37462	59696	2.22406	1.11203	$\bar{1}$.37009	0.48212	3.035	
1.600	0.0001044	40000	41044	63278	2.19875	1.09938	$\bar{1}$.30514	0.40452	2.538	
1.800	0.0000855	45000	45855	68089	2.16692	1.08346	$\bar{1}$.21827	0.30173	2.003	23.330
2.000	700	50000	50700	72934	2.13707	1.03854	$\bar{1}$.13143	0.19997	1.585	
2.200	573	55000	55573	77807	2.10892	1.05446	$\bar{1}$.04454	0.10000	1.259	
2.400	469	60000	60469	82703	2.08248	1.04124	$\bar{2}$.95770	$\bar{1}$.99894	0.998	
2.700	347	67500	67847	90081	2.04537	1.02268	$\bar{2}$.82743	$\bar{1}$.85011	0.708	9.877
3.000	257	75000	75257	0.0097491	2.01104	1.00552	$\bar{2}$.69714	$\bar{1}$.70266	0.504	
3.300	191	82500	82691	0.0104925	1.97917	0.98958	$\bar{2}$.56679	$\bar{1}$.55637	0.360	
3.600	0.0000141	0.0090000	0.0090141	112375	1.94933	0.97466	$\bar{2}$.43648	$\bar{1}$.41114	0.258	
4.000	0.0000097	0.0100000	0.0100097	122331	1.91256	0.95628	$\bar{2}$.26293	$\bar{1}$.21921	0.166	3.368
4.400	80	110000	110080	132314	1.87840	0.93920	$\bar{2}$.08920	$\bar{1}$.02840	0.107	
4.800	43	120000	120043	142278	1.84686	0.92343	$\bar{3}$.91540	$\bar{2}$.83893	0.069	
5.200	29	130000	130029	152263	1.81740	0.90870	$\bar{3}$.74194	$\bar{2}$.65064	0.045	
6.000	0.0000013	150000	150013	172247	1.76384	0.88192	$\bar{3}$.39445	$\bar{2}$.27637	0.019	0.729
6.800	0.0000006	170000	170006	192240	1.71616	0.85808	$\bar{3}$.04532	$\bar{3}$.90340	0.008	
7.600	3	190000	190003	212237	1.67317	0.83658	$\bar{4}$.69897	$\bar{3}$.53555	0.003	
8.400	1	0.0210000	0.0210001	232235	1.63406	0.81703	$\bar{4}$.34242	$\bar{3}$.15945	0.001	
										0.075

$\gamma = \cos^2 z - 2\varepsilon \sin^2 z$

$2 \log \cos z = \bar{3}.43760$

0.0027390

$2 \log \sin z = \bar{1}.99880$

$\log 2\varepsilon = \bar{4}.71349$

$\bar{4}.71229$ — 0.0005156

$\gamma = 0.0022234$

h	Σ	$h\Sigma$
0.025	107.187	2.6797
0.050	87.884	4.3942
0.075	63.512	4.7634
0.100	40.883	4.0883
0.150	23.330	3.4995
0.200	9.877	1.9754
0.300	3.368	1.0104
0.400	0.729	0.2916
0.800	0.075	0.0600
		22.7625
		— 7.5875
		$S = 15.1750$

$\log S = 1.18113$

$\log K = 1.72681$

$\log \sin z = \bar{1}.99940$

$\log \Omega = 2.90734$

$\Omega = 807''.88$

Следовательно $k < 800$

второй теории Ньютона

нию рефракции $\Omega = 800''$ **при** $z = 87°$

Таблица IX

$k = 790$

1	2	3	4	5	6	7	8
σ	$\delta = \frac{1}{79}(3)$	$Q(790) = Q(800) + \delta$	colog Q	$\log \frac{1}{\sqrt{Q}}$	$\log \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	$\frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	**Суммы (6) по Симпсону**
0.000		0.0027404	2.56219	1.28110	1.28110	19.103	
0.025	0.0000008	27909	2.55426	1.27713	1.26628	18.462	
0.050	0.0000016	28418	2.54641	1.27320	1.25149	17.844	
0.075	24	28929	2.53867	1.26933	1.23676	17.249	
0.100	32	29444	2.53100	1.26550	1.22207	16.678	
.150	47	30481	2.51607	1.25804	1.19290	15.592	107.157
.200	63	31530	2.50128	1.25064	1.16378	14.581	
.250	79	32589	2.48693	1.24346	1.13489	13.642	
.300	0.0000095	33659	2.47290	1.23645	1.10616	12.769	
.375	0.0000118	35280	2.45247	1.22623	1.06338	11.571	87.772
.450	142	36923	2.43270	1.21635	1.02192	10.517	
.525	166	38583	2.41360	1.20680	0.97880	9.524	
.600	190	40261	2.39512	1.19756	0.93698	8.649	
.700	215	42516	2.37145	1.18572	0.88172	7.616	63.416
.800	253	44810	2.34862	1.17431	0.82688	6.712	
.900	285	47121	2.32679	1.16340	0.77254	5.923	
1.000	317	49453	2.30581	1.15290	0.71861	5.231	
1.15	363	52984	2.27586	1.13743	0.63800	4.345	40.730
1.30	412	56555	2.24753	1.12376	0.55917	3.624	
1.45	458	60154	2.22074	1.11037	0.48046	3.023	
1.60	507	63785	2.19528	1.09764	0.40278	2.528	
1.80	570	68659	2.16330	1.08165	0.29992	1.995	22.240
2.00	633	73567	2.13332	1.06666	0.19809	1.578	
2.20	696	78503	2.10512	1.05256	0.09710	1.251	
2.40	760	83463	2.07850	1.03925	$\bar{1}$.99695	0.993	
2.70	855	90936	2.04126	1.02063	$\bar{1}$.84806	0.705	9.831
3.00	0.0000950	0.0098441	2.00683	1.00342	$\bar{1}$.70056	0.502	
3.30	0.0001045	0.0105970	1.97482	0.98741	$\bar{1}$.55420	0.358	
3.60	1140	113515	1.94495	0.97248	$\bar{1}$.40896	0.256	
4.00	1265	123596	1.90800	0.95400	$\bar{1}$.21693	0.165	3.252
4.40	1392	133706	1.87384	0.93692	$\bar{1}$.02612	0.106	
4.80	1519	143796	1.84224	0.92112	$\bar{2}$.83652	0.069	
5.20	1645	153908	1.81276	0.90638	$\bar{2}$.64832	0.044	
6.00	1897	174144	1.75910	0.87955	$\bar{2}$.27400	0.019	0.724
6.80	2152	194392	1.71132	0.85561	$\bar{3}$.90093	0.008	
7.60	2405	214642	1.66828	0.83414	$\bar{3}$.53311	0.003	
8.40	2660	0.0234895	1.62912	0.81456	$\bar{3}$.15698	0.001	
							0.074

h	Σ	$h\Sigma$
0.025	107.157	2.6789
0.050	87.772	4.3886
0.075	63.416	4.7562
0.100	40.730	4.0730
0.150	22.240	3.3360
0.200	9.831	1.9662
0.300	3.252	0.9756
0.400	0.724	0.2896
0.800	0.074	0.0592
		22.5233
		7.5078
		$S = 15.0155$

$\log S = 1.17653$

$\log K \sin z = 1.72621$

$\log \Omega = 2.90274$

$\Omega = 799''.3$ **вместо** $800''$

поэтому можно принять

$k = 790$

Таблица X

Вычисление по формулам квадратур рефракции для второй теории Ньютона

$z = 86^\circ$

		1	2	3	4	5	6
σ	$\log e^{-\sigma}$	Q	colog Q	$\log \frac{1}{\sqrt{Q}}$	$\log \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	$\frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	Суммы (5) по Симпсону
0.000	0.00000	0.0048685	2.31260	1.15630	1.15630	14.332	
025	$\bar{1}$.98915	49190	2.30812	1.15406	1.14321	13.905	
050	.97829	49699	2.30364	1.15182	1.13011	13.493	
075	.96743	50210	2.29921	1.14960	1.11703	13.093	
0.100	.95657	50725	2.29478	1.14739	1.10396	12.705	
.150	.93846	51762	2.28599	1.14300	1.07786	11.963	81.010
.200	.91314	52811	2.27728	1.13864	1.05178	11.266	
.250	.89143	53870	2.26365	1.13432	1.02575	10.611	
.300	.86971	54940	2.26011	1.13006	0.99977	9.995	
.375	.83715	56561	2.24748	1.12374	0.96089	9.139	67.764
.450	.81457	58204	2.23505	1.11752	0.92209	8.358	
.525	.77200	59864	2.22283	1.11142	0.88342	7.646	
.600	.73942	61542	2.21083	1.10542	0.84484	6.996	
.700	.69600	63797	2.19520	1.09760	0.79360	6.217	50.424
.800	.65257	66091	2.17986	1.08993	0.74250	5.527	
0.900	.60914	68402	2.16493	1.08246	0.69160	4.916	
1.000	.56571	70734	2.15037	1.07519	0.64090	4.374	
1.15	.50057	74255	2.12922	1.06461	0.56518	3.674	33.478
1.30	.43541	77836	2.10882	1.05441	0.48982	3.089	
1.45	.37009	81435	2.08919	1.04460	0.41469	2.598	
1.60	.30514	85066	2.07024	1.03512	0.34026	2.189	
1.80	.21827	89940	2.04605	1.02302	0.24129	1.743	18.915
2.00	.13143	94848	2.02297	1.01149	0.14292	1.390	
2.20	$\bar{1}$.04454	0.0099748	2.00094	1.00047	0.04501	1.109	
2.40	$\bar{2}$.95770	0.0104748	1.97989	0.98994	$\bar{1}$.94764	0.886	
2.70	.82743	112217	1.94997	0.97998	$\bar{1}$.80741	0.642	8.632
3.00	.69714	119722	1.92183	0.96092	$\bar{1}$.65806	0.455	
3.30	.56679	127251	1.89534	0.94767	$\bar{1}$.51446	0.327	
3.60	.43645	134796	1.87031	0.93516	$\bar{1}$.37164	0.235	
4.00	.26293	144877	1.83900	0.91950	$\bar{1}$.18243	0.152	2.954
4.40	$\bar{2}$.08920	154937	1.80970	0.90485	$\bar{2}$.99405	0.099	
4.80	$\bar{3}$.91540	165077	1.78230	0.89115	$\bar{2}$.90655	0.081	
5.20	.74194	175189	1.75650	0.87825	$\bar{2}$.62019	0.042	
6.00	.39445	195425	1.70904	0.85452	$\bar{2}$.24897	0.018	0.704
6.80	$\bar{3}$.04532	215673	1.66620	0.83310	$\bar{3}$.87842	0.008	
7.60	$\bar{4}$.69897	235923	1.62723	0.81362	$\bar{3}$.51259	0.003	
8.40	4.34242	0.0256176	1.59146	0.79573	$\bar{3}$.13815	0.001	
							0.072

$2 \log \cos 86^\circ = \bar{3}.68716$ 0.0048659
0.0005144
$2 \log \sin 86^\circ = \bar{4}.71349$ 0.0043515
$\log 2\varepsilon = \bar{1}.99788$ 0.0022234
4.71137 0.0021281
Придать к Q (87°)

$\log S = 1.08711$
$\log K = \bar{1}.72681$
$\log \sin z = \bar{1}.99894$
$\log \Omega = 7.81286$
$\Omega = 649''.9$
По Ньютону 618″

k	Σ	Σh
0.025	81.010	2.0252
0.050	67.764	3.3882
0.075	50.424	3.7816
0.100	33.478	3.3478
0.150	18.915	2.8372
0.200	8.632	1.7264
0.300	2.954	0.8862
0.400	0.704	0.2816
0.800	0.072	0.0576
		18.3318
		− 6.1106
		$S =$ 12.2212

$z = 88^\circ$

	1	2	3	4	5	6
σ	Q	colog Q	$\log \frac{1}{\sqrt{Q}}$	$\log \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	$\frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	Суммы (5) по Симпсону
.000	0.0012186	2.91414	1.45707	1.45707	28.646	
.025	12691	2.89650	1.44825	1.43740	27.378	
.050	13200	2.87942	1.43971	1.41800	26.182	
.075	13711	2.86294	1.43147	1.39890	25.055	
.100	14226	2.84692	1.42346	1.38003	23.990	
.150	15263	2.81636	1.40818	1.34304	22.031	157.366
.200	16312	2.78750	1.39375	1.30689	20.272	
.250	17371	2.76018	1.38009	1.27152	18.686	
.300	18441	2.73422	1.36711	1.23682	17.251	
.375	20062	2.69762	1.34881	1.18596	15.344	122.326
450	21705	2.66344	1.33172	1.13629	13.636	
525	23365	2.63144	1.31572	1.08772	12.238	
600	25043	2.60132	1.30066	1.04008	10.967	
.700	27298	2.56386	1.28193	0.97793	9.504	82.959
.800	29592	2.52882	1.26441	0.91798	8.279	
0.900	31903	2.49616	1.24808	0.85722	7.198	
1.000	34235	2.46553	1.23276	0.79847	6.273	
1.50	37766	2.42290	1.21145	0.71202	5.152	50.203
1.30	41337	2.38366	1.19183	0.62724	4.239	
1.45	44936	2.34740	1.17370	0.54379	3.498	
1.60	48567	2.31366	1.15683	0.46197	2.897	
1.80	53441	2.27212	1.13606	0.35433	2.261	26.124
2.00	58349	2.23396	1.11698	0.24841	1.772	
2.20	63285	2.19870	1.09935	0.14389	1.393	
2.40	63245	2.16592	1.08296	0.04066	1.098	
2.70	75718	2.12080	1.06040	$\bar{1}$.88783	0.772	11.078
3.00	83223	2.07976	1.03988	$\bar{1}$.73702	0.546	
3.30	90752	2.04214	1.02107	$\bar{1}$.58786	0.387	
3.60	0.0098297	2.00746	1.00373	$\bar{1}$.44021	0.276	
4.00	0.0108378	1.96506	0.98253	$\bar{1}$.24546	0.176	3.551
4.40	118488	1.92632	0.96316	$\bar{1}$.05236	0.113	
4.80	128578	1.89082	0.94541	$\bar{2}$.86081	0.072	
5.20	138690	1.85796	0.92898	$\bar{2}$.67092	0.047	
6.00	158926	1.79878	0.89939	$\bar{2}$.29384	0.020	0.771
6.80	179174	1.74674	0.87387	$\bar{3}$.91919	0.008	
7.60	199424	1.70024	0.85012	$\bar{3}$.54909	0.004	
8.40	219677	1.63820	0.81910	$\bar{3}$.16152	0.001	
						0.080

$2 \log \cos 88^\circ = \bar{3}.08564$ 0.0012180
0.0005164
$2 \log \sin 88^\circ = \bar{1}.99948$ 0.0007016
$\log 2\varepsilon = 4.71349$ 0.0022234
4.71297 − 0.0015218
Вычитать из Q (87°)

$\log S = 1.28428$
$\log K = \bar{1}.72681$
$\log \sin z = \bar{1}.99974$
$\log \Omega = 3.01083$
$\Omega = 1025''.2$
По Ньютону 1028″

h	Σ	$h\Sigma$
0.025	157.366	3.9342
0.050	122.326	6.1163
0.075	82.959	6.2219
0.100	50.203	5.0203
0.150	26.124	3.9186
0.200	11.078	2.2156
0.300	3.551	1.0653
0.400	0.771	0.3084
0.800	0.080	0.0640
		28.8646
		− 9.6215
		$S =$ 19.2431

$z = 89°$

	1	2	3	4	5	6
σ	Q	colog Q	$\log \frac{1}{\sqrt{Q}}$	$\log \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	$\frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	Суммы (5) по Симпсону
0.000	0.0003046	3.51627	1.75814	1.75814	57.299	
0.025	3551	3.44965	1.72482	1.71397	51.757	
0.050	4060	3.39147	1.69573	1.67402	47.208	
0.075	4571	3.33999	1.67000	1.63743	43.394	
0.100	5086	3.29362	1.64681	1.60338	40.122	
0.150	6123	3.21304	1.60652	1.54138	34.784	286.220
0.200	7172	3.14436	1.57218	1.48532	30.572	
0.250	8231	3.08455	1.54227	1.43370	27.146	
0.300	0.0009301	3.03147	1.51573	1.38544	24.290	
0.375	0.0010922	2.96170	1.48085	1.31800	20.792	186.638
0.450	12565	2.90084	1.45042	1.25499	17.988	
0.525	14225	2.84694	1.42347	1.19547	15.684	
0.600	15903	2.79852	1.39926	1.13868	13.762	
0.700	18158	2.74093	1.37046	1.06646	11.653	109.966
0.800	20452	2.68926	1.34463	0.99720	9.936	
0.900	22763	2.64278	1.32139	0.93053	8.522	
1.000	25095	2.60042	1.30021	0.86592	7.344	
1.15	28626	2.54324	1.27162	0.77219	5.918	60.839
1.30	32197	2.49218	1.24609	0.68150	4.803	
1.45	35796	2.44616	1.22308	0.59317	3.919	
1.60	39427	2.40420	1.20210	0.50724	3.215	
1.80	44301	2.35358	1.17679	0.39506	2.483	29.757
2.00	49209	2.30796	1.15398	0.28541	1.929	
2.20	54145	2.26644	1.13322	0.17776	1.506	
2.40	59105	2.22838	1.11419	0.07189	1.180	
2.70	66578	2.17666	1.08833	$\bar{1}.91576$	0.824	12.104
3.00	74083	2.13028	1.06514	$\bar{1}.76228$	0.579	
3.30	81612	2.08824	1.04412	$\bar{1}.61091$	0.408	
3.60	89157	2.04984	1.02492	$\bar{1}.46140$	0.289	
4.00	0.0099238	2.00332	1.00166	$\bar{1}.26459$	0.184	3.776
4.40	0.0109348	1.96118	0.98059	$\bar{1}.06979$	0.117	
4.80	119438	1.92248	0.96124	$\bar{2}.87664$	0.075	
5.20	129550	1.88756	0.94378	$\bar{2}.68572$	0.048	
6.00	149786	1.82452	0.91226	$\bar{2}.30671$	0.020	0.804
6.80	170034	1.76948	0.88474	$\bar{3}.93006$	0.008	
7.60	190284	1.72060	0.86030	$\bar{3}.55927$	0.004	
8.40	0.0210537	1.67666	0.83833	$\bar{3}.18075$	0.001	
						0.080

2 log cos $z = \bar{4}.48372$ 0.00030460
0.00051700

2 log sin $z = \bar{1}.99986$ — 0.00021240
log $2\varepsilon = \bar{4}.71349$ — 0.0022234

$\bar{4}.71335$ — 0.0024358

вычитать из Q (87°)

log S = 1.41716
log K sin z = 1.72674

log Ω = 3.14390
Ω = 1392″.8

По Ньютону 1387″

h	Σ	$h\Sigma$
0.025	286.220	7.1305
0.050	186.638	9.3319
0.075	109.966	8.2475
0.100	60.839	6.0839
0.150	29.757	4.4636
0.200	12.104	2.4208
0.300	3.776	1.1328
0.400	0.804	0.3216
0.800	0.080	0.0640
		39.1966
		—13.0655
		S = 26.1311

$z = 89°30'$

	1	2	3	4	5	6
σ	Q	colog Q	$\log \frac{1}{\sqrt{Q}}$	$\log \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	$\frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	Суммы (5) по Симпсону
0.000	0.0000762	4.11805	2.05902	2.05902	114.551	
0.025	0.0001267	3.89722	1.94861	1.93776	86.647	
0.050	1776	3.75056	1.87528	1.85357	71.378	
0.075	2287	3.64073	1.82037	1.78780	61.349	
0.100	2802	3.55253	1.77626	1.73283	54.054	
0.150	3839	3.41578	1.70789	1.64275	43.929	451.672
0.200	4888	3.31087	1.65543	1.56857	37.031	
0.250	5947	3.22570	1.61285	1.50428	31.936	
0.300	7017	3.15385	1.57692	1.44663	27.966	
0.375	0.0008638	3.06359	1.53180	1.36895	24.488	229.771
0.450	0.0010281	2.98796	1.49398	1.29855	19.886	
0.525	11931	2.92332	1.46166	1.23366	17.126	
0.600	13519	2.86904	1.43452	1.17394	14.926	
0.700	15874	2.79931	1.39965	1.09565	12.463	124.560
0.800	18168	2.74070	1.37035	1.02282	10.540	
0.900	20479	2.68868	1.34434	0.95348	8.984	
1.000	22811	2.64185	1.32092	0.88663	7.702	
1.15	26342	2.57935	1.28967	0.79024	6.170	64.748
1.30	29913	2.52414	1.26207	0.69748	4.983	
1.45	33512	2.47481	1.23740	0.60749	4.050	
1.60	37143	2.43012	1.21506	0.52020	3.313	
1.80	42017	2.37658	1.18829	0.40656	2.550	30.931
2.00	46925	2.32859	1.16430	0.29573	1.976	
2.20	51861	2.28516	1.14258	0.18712	1.538	
2.40	56861	2.24549	1.12275	0.08045	1.204	
2.70	64294	2.19183	1.09572	$\bar{1}.92335$	0.838	12.410
3.00	71799	2.14389	1.07195	$\bar{1}.76909$	0.588	
3.30	79328	2.10028	1.05029	$\bar{1}.61708$	0.414	
3.60	86873	2.06110	1.03055	$\bar{1}.46703$	0.293	
4.00	0.0096954	2.01344	1.00672	$\bar{1}.26965$	0.186	3.840
4.40	0.0107064	1.97137	0.98568	$\bar{1}.07488$	0.119	
4.80	117154	1.93125	0.96562	$\bar{2}.88102$	0.076	
5.20	127266	1.89528	0.94764	$\bar{2}.68958$	0.049	
6.00	147502	1.83121	0.91560	$\bar{2}.31005$	0.020	0.814
6.80	167750	1.77533	0.88766	$\bar{3}.93298$	0.009	
7.60	188000	1.72584	0.86292	$\bar{3}.56189$	0.004	
8.40	0.0208253	1.68142	0.84071	$\bar{3}.18313$	0.002	
						0.081

2log cos z = $\bar{5}$.881684   0.00007615

— 0.00051696

log 2ε = $\bar{4}$.713491 — 0.00044081

log sin² z = — 34 — 0.00222340

$\bar{4}$.713457 — 0.0026642

вычесть из Ω (87°)

log S = 1.49841

log K sin z = 1.72679

log Ω = 3.22520

Ω = 1679.″6

По Ньютону 1655″

h	Σ	$h\Sigma$
0.025	451.672	11.2918
0.050	229.771	11.4886
0.075	124.560	9.3420
0.100	64.748	6.4748
0.150	30.931	4.6396
0.200	12.410	2.4820
0.300	3.840	1.1520
0.400	0.814	0.3256
0.800	0.081	0.0648

47.2612

—15.7537

S = 31.5075

Таблица X *(продолжение)*

$z = 90^\circ$ Вычисление интеграла $\int\limits_{0.100}^{8.40} \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}} \cdot d\sigma$

	1	2	3	4	5	6	7
σ	$\frac{2\sigma}{k} + 2\varepsilon e^{-\sigma}$	$Q =$ (1) — 0.0005170	colog Q	$\log \frac{1}{\sqrt{Q}}$	$\log \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	$\frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	Суммы (6) по Симпсону
0.000 0.025 0.050 0.075	Интеграл $\int\limits_0^{0.100} \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}} \cdot d\sigma$ вычисляется отдельно, ибо $Q = 0$ при $\sigma = 0$						
0.100	0.0007210	0.0002040	3.69037	1.84519	1.80176	63.350	
0.150	0.0008247	0.0003077	3.51187	1.75594	1.69080	49.068	
0.200	0.0009296	4126	3.38447	1.69223	1.60537	40.305	
0.250	0.0010355	5185	3.28525	1.64262	1.53405	34.202	
0.300	11425	6255	3.20377	1.60188	1.47159	29.620	
0.375	13046	7876	3.10369	1.55184	1.38899	24 490	253.331
0.450	14689	0.0009551	3.01995	1.50998	1.31455	20.632	
0.525	16349	0.0010179	2.99230	1.49615	1.26815	18.542	
0.600	18027	12857	2.89086	1.44543	1.18485	15.305	
0.700	20282	15112	2.82068	1.41034	1.10634	12.774	129.158
0.800	22576	17406	2.75930	1.37965	1.03222	10.770	
0.900	24887	19717	2.70516	1.35258	0.96172	9.156	
1.000	27219	22049	2 65661	1.32830	0.89401	7.835	
1.15	30750	25580	2.59110	1.29555	0.79612	6.253	6 .200
1.30	34321	29151	2.53534	1.26767	0.70308	5.048	
1.45	37920	32750	2.48479	1.24240	0.61249	4.097	
1.60	41551	36381	2.43913	1.21957	0.52471	3.347	
1.80	46425	41255	2.38453	1.19226	0.41053	2.574	31.339
2.00	51333	46163	2.33570	1.16785	0.29928	1.992	
2.20	56269	51099	2.29159	1.14580	0.19034	1.550	
2.40	61229	56059	2.25135	1.12567	0.08337	1.212	
2.70	68702	63532	2.19700	1.09850	$\bar{1}.92593$	0.850	12.515
3.00	76207	71037	2.15406	1.07703	$\bar{1}.77417$	0.595	
3.30	83736	78566	2.10477	1.05238	$\bar{1}.61917$	0.416	
3.60	0.0091281	86111	2.06494	1.03297	$\bar{1}.46945$	0.295	
4.00	0.0101362	0.0096192	2.01686	1.00843	$\bar{1}.27136$	0.187	3.881
4.40	111472	0.0106362	1.97347	0.98673	$\bar{1}.07593$	0.119	
4.80	121562	116392	1.93408	0.96704	$\bar{2}.87247$	0 074	
5.20	131674	126504	1.89791	0.94895	$\bar{2}.69089$	0.050	
6.00	151910	146740	1.83345	0.91672	$\bar{2}.31117$	0.020	0.814
6.80	172158	166988	1.77729	0.88864	$\bar{3}.93396$	0.008	
7.60	192408	187238	1.72759	0.86380	$\bar{3}.56277$	0.004	
8.40	0.0212661	207491	1.68300	0.84150	$\bar{3}.38392$	0.002	
							0.082

h	Σ	$h\Sigma$
0.025	—	—
0.050	253.331	12.6666
0.075	129.158	9.6869
0.100	66.200	6.6200
0.150	31.339	4.7009
0.200	12.515	2.5030
0.300	3.881	1.1643
0.400	0.814	0.8256
0.800	0.082	0.0656
		37.7329
		—12.5776

$$\int\limits_{0.100}^{\infty} = \int\limits_{0.100}^{8.40} \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}} \cdot d\sigma = S_1 = 25.1553$$

Вычисление интеграла: $\int\limits_0^{0.100} \frac{e^{-\sigma} \cdot d\sigma}{\sqrt{Q}} = \int\limits_0^{0.005} \frac{e^{-\sigma} \cdot d\sigma}{\sqrt{Q}} + \int\limits_{0.005}^{0.100} \frac{e^{-\sigma} \cdot d\sigma}{\sqrt{Q}} = S_0 + S_2$

Вычисление интеграла:

$$S_0 = \int\limits_0^{0.005} \frac{e^{-\sigma} \cdot d\sigma}{\sqrt{Q}} = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \int\limits_0^{0.005} \frac{(1-\sigma)\, d\sigma}{\sqrt{\sigma}} = \frac{2\sqrt{\sigma_1}}{\sqrt{a}} \left(1 = \frac{1}{3}\sigma_1\right) = \frac{2 \cdot \sqrt{0.005}}{\sqrt{a}} \left(1 - \frac{1}{600}\right)$$

$$a = 2\left(\frac{1}{k} - \varepsilon\right) = 2\left(\frac{1}{790} - 0.0002585\right) = 0.0020146; \quad \text{colog } a = 2.69581; \quad \log \frac{1}{\sqrt{a}} = 1.34790$$

$\lg \sqrt{0.005} = \bar{2}.84948$
$\lg 2 = 0.30103$
$\lg \frac{1}{\sqrt{a}} = 1.34790$
$\lg A = 0.49841$
$A = 3.1507$
$-\frac{1}{600} A = -0.0053$
$S_0 = 3.1454$
$S_2 = 10.3025$
$S_1 = 25.1553$
$S = 38.6032$

$\lg S = 1.58662$
$\lg K = 1.72681$
$\lg \Omega_0 = 3.31343$
$\Omega = 2057.''8$

По Ньютону 2025″

Поверка. $\int\limits_0^{\sigma_1} \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{a\sigma}} d\sigma = \frac{2}{\sqrt{a}} \int\limits_0^{\sqrt{\sigma_1}} e^{-t^2} \cdot dt = \frac{2}{\sqrt{a}} \left[\Phi(o) - \Phi(\sigma_1)\right]$

$= \sqrt{0.005} = 0.0707107$
$\Phi(0.070) = 0.816341$
$\Phi\ 0.071) = 0.815349$ 0.000995
$(\Phi(\sigma_1) = 0.815634$

$\Phi(o) = 0.886227$
$\Phi(\sigma_1) = 0.815634$
0.070593
0.141186

$\lg 0.141186 = \bar{1}.14978$
$\lg \frac{1}{\sqrt{a}} = 1.34790$
$\lg S_3 = 0.49768$
$S_3 = 3.1454$

Вычисление интеграла S_2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
σ	$\frac{2\sigma}{k}$	$2\varepsilon e^{-\sigma}$	(2) + (3)	$Q =$ (4) — 0.0005170	colog Q	$\log \frac{1}{\sqrt{Q}}$	$\log e^{-\sigma}$	$\log \frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	$\frac{e^{-\sigma}}{\sqrt{Q}}$	Суммы (10) по Симпсону
.0050	0.00001266	0.00051443	0.00052709	0.00001009	4.99511	2.49806	$\bar{1}.99783$	2.49589	313.25	
.0010	2532	51186	58718	2018	4.69508	2.34754	$\bar{1}.99566$	2.34320	220.35	
.0150	3798	50931	54729	3029	4.51870	2.25935	$\bar{1}.99349$	2.25284	179.00	
.0200	5064	50676	55740	4040	4.39362	2.19681	$\bar{1}.99132$	2.18813	154.22	
.0250	6330	50424	56754	5054	4.29636	2.14818	$\bar{1}.98915$	2.13733	137.19	
.0375	0.00009495	49798	59293	0.00007593	4.11959	2.05980	$\bar{1}.98372$	2.04352	110.54	1153.36
.0500	0.00012660	49180	61840	0.00010140	3.99396	1.99698	$\bar{1}.97829$	1.97517	94.46	
.0625	15825	48568	64393	12693	3.89643	1.94822	$\bar{1}.97286$	1.92108	83.38	
.0750	18990	47964	66954	15254	3.81662	1.90831	$\bar{1}.96746$	1.87574	75.12	
.0875	22155	47369	69524	17824	3.74899	1.87450	$\bar{1}.96200$	1.83650	68.63	
.1000	0.00025320	46780	0.00072100	0.00020400	3.69037	1.84519	$\bar{1}.95657$	1.80176	63.35	
										774.95

h	Σ	$h\Sigma$
0.0050	1153.36	5.7668
0.0125	774.95	9.6870
		15.4538
		— 5.1513

$$\int\limits_{0.005}^{0.100} = S_2 = 10.3025$$

разуметь под ε значение показателя преломления у поверхности Земли при нормальной температуре t_0 (скажем, 10° С) и нормальной высоте барометра H_0 (скажем, 760 мм) и, присовокупив к закону Марриота закон Гей-Люссака, выразить плотность q и подставить ее в формулу (61), сказанная плотность будет

$$q = q_0\left(1 + \frac{H - H_0}{H_0}\right) \cdot \frac{1}{1 + a(t - t_0)}$$

и мы получим у поверхности Земли вместо

$$\mu_0 = 1 + \varepsilon$$

величину

$$\mu_0 = 1 + \varepsilon\left(1 + \frac{H - H_0}{H_0}\right) \cdot \frac{1}{1 + a(t - t_0)} \approx 1 + \varepsilon + \varepsilon\frac{H - H_0}{H_0} - \varepsilon a(t - t_0) \quad (62)$$

и формула (60) примет вид

$$\Omega_1 = 206265\left[\varepsilon + \varepsilon\frac{H - H_0}{H_0} - \varepsilon a(t - t_0)\right]\mathrm{tang}\, z$$

иначе

$$\Omega_1 = \Omega + \left[\frac{H - H_0}{H} - a(t - t_0)\right]\Omega \quad (62')$$

Это и есть простейшее выражение поправки на высоту барометра и температуру, так что высказанное Ньютоном в письме от 24 октября 1694 г. предположение получило свое осуществление, примерно, через 120 лет, когда Гей-Люссак дал свой закон расширения газов, но у Ньютона все было готово, чтобы этот закон применить.

Как видно, формула (62) применима до тех пор, пока имеет место формула (60), поэтому для больших зенитных расстояний поправка на высоту барометра и температуру столь же мало надежна, как и суждение по показаниям барометра и термометра в Пулкове о высоте барометра и температуре в области, охватывающей Петрозаводск, Вологду, Тверь, Витебск, Ригу и Ганге.

В таблицах XIа и XIб приведены первая и вторая Ньютоновы таблицы рефракции, в табл. XII дано сличение таблицы Ньютона с таблицами Strömgren'а (1933 г.) и с таблицею Ньюкомба (1906).

В 1806 г. Парижское бюро долгот, в которое тогда входили Лагранж, Лаплас, Лаланд, Деламбр, Прони и пр., издало, с пышным предисловием, посвященным Наполеону, сборник астрономических таблиц. В обширном введении к этому сборнику помещена сравнительная таблица рефракции, вычисленной по формулам: Лапласа, Брадлея, Бюрга, Майера, Пиаци, Деламбра и по второй формуле Майера.

В этой таблице показано и влияние температуры на величину рефракции; в виду наглядности этой таблицы, мы приводим ее в табл. XIII. Из этой таблицы особенно ясно видно различие значений рефракции при больших зенитных расстояниях, не говоря уже о горизонтальной рефракции.

Таблица XIa

Первая Ньютонова таблица рефракции

Tabula refractionum

Altitudo apparens	Refractio aestiva	Refractio verna et aut.	Refractio hiberna	Altitudo apparens	Refractio verna et aut.	Altitudo apparens	Refractio verna et aut.
gr ′	′ ″	′ ″	′ ″	gr.	′ ″	gr.	′ ″
0 00	31 30	33 20	35 10				
0 30	26 06	27 45	29 24	31	1 28	61	0 29
1 00	21 50	23 12	24 34	32	1 24	62	0 28
1 30	18 51	20 2	21 13	33	1 21	63	0 27
2 00	16 27	17 29	18 31	34	1 18	64	0 26
2 30	14 31	15 23	16 15	35	1 15	65	0 24
3 00	12 52	13 40	14 28	36	1 13	66	0 23
3 30	11 32	12 15	12 58	37	1 10	67	0 22
4 00	10 25	11 4	11 43	38	1 8	68	0 21
4 30	9 29	10 5	10 41	39	1 5	69	0 20
5 00	8 40	9 13	9 46	40	1 3	70	0 19
6 00	7 24	7 52	8 20	41	1 1	71	0 18
7 00	6 27	6 51	7 15	42	0 59	72	0 17
8 00	5 42	6 3	6 24	43	0 57	73	0 16
9 00	5 5	5 24	5 43	44	0 55	74	0 15
10 00	4 36	4 53	5 10	45	0 53	75	0 14
11 00	4 11	4 27	4 43	46	0 51	76	0 13
12 00	3 51	4 5	4 19	47	0 49	77	0 12
13 00	3 53	3 46	3 59	48	0 48	78	0 11
14 00	3 18	3 30	3 42	49	0 46	79	0 10
15 00	3 4	3 16	3 28	50	0 44	80	0 9
16 00	2 52	3 3	3 14	51	0 43	81	0 8
17 00	2 42	2 52	3 2	52	0 41	82	0 7
18 00	2 33	2 42	2 51	53	0 40	83	0 6
19 00	2 24	2 33	2 42	54	0 38	84	0 5
20 00	2 17	2 25	2 33	55	0 37	85	0 5
21 00	2 9	2 17	2 25	56	0 35	86	0 4
22 00	2 2	2 10	2 18	57	0 34	87	0 3
23 00	1 57	2 4	2 11	58	0 33	88	0 2
24 00	1 51	1 58	2 5	59	0 32	89	0 1
25 00	1 46	1 53	2 00	60	0 30	90	0 0
26 00	1 42	1 48	1 54				
27 00	1 37	1 43	1 49				
28 00	1 33	1 39	1 45				
29 00	1 30	1 35	1 40				
30 00	1 26	1 31	1 36				
Видимая высота	Рефракция летом	Рефракция весною и осенью	Рефракция зимою	Видимая высота	Рефракция весною и осенью	Видимая высота	Рефракция весною и осенью

Таблица рефракции

Таблица XI6

Вторая Ньютонова таблица рефракции

Tabula refractionum siderum ad altitudines apparentes

Alt. appar.	Refractio	Alt. appar.	Refractio	Alt. appar.	Refractio
gr ′	′ ″	gr	′ ″	gr.	′ ″
0 0	33 45	16	3 4	46	0 52
0 15	30 24	17	2 53	47	0 50
0 30	27 35	18	2 43	48	0 48
0 45	25 11	19	2 34	49	0 47
1 0	23 7	20	2 26	50	0 45
1 15	21 20	21	2 18	51	0 44
1 30	19 46	22	2 11	52	0 42
1 45	18 22	23	2 5	53	0 40
2 0	17 8	24	1 59	54	0 39
2 30	15 2	25	1 54	55	0 38
3 0	13 20	26	1 49	56	0 36
3 30	11 57	27	1 44	57	0 35
4 0	10 48	28	1 40	58	0 34
4 30	9 50	29	1 36	59	0 32
5 0	9 2	30	1 32	60	0 31
5 30	8 21	31	1 28	61	0 30
6 0	7 45	32	1 25	62	0 28
6 30	7 14	33	1 22	63	0 27
7 0	6 47	34	1 19	64	0 26
7 30	6 22	35	1 16	65	0 25
8 0	6 0	36	1 13	66	0 24
8 30	5 40	37	1 11	67	0 23
9 0	5 22	38	1 8	68	0 22
9 30	5 6	39	1 6	69	0 21
10 0	4 52	40	1 4	70	0 20
11 0	4 27	41	1 2	71	0 19
12 0	4 5	42	1 0	72	0 18
13 0	3 47	43	0 58	73	0 17
14 0	3 31	44	0 56	74	0 16
15 0	3 17	45	0 54	75	0 15
Видимая высота	Рефракция	Видимая высота	Рефракция	Видимая высота	Рефракция

Таблица рефракции светил при видимых высотах

Таблица XII

Сличение таблиц Ньютона с таблицею Ньюкомба (1906 г.) и Штремгрена (1933 г.)

z	Ньютон I		Ньютон II		Ньюкомб (1906)		Штремгрен (1933)		Штремгрен +10° C.	
0°	0′	0″	0′	0″	0′	00″	0′	00″	0′	00″
10	0	9	0	9	0	10.27	0	10.6	0	10.3
20	0	19	0	20	0	21.19	0	21.9	0	21.2
30	0	30	0	31	0	33.60	0	34.8	0	33.6
40	0	44	0	45	0	48.82	0	50.5	0	48.8
45	0	53	0	54	1	58.2	0	60.2	0	58.2
50	1	03	1	04	1	9.3	1	11.7	1	9.2
55	1	15	1	16	1	23.0	1	25.8	1	22.9
60	1	31	1	32	1	40.5	1	44.0	1	40.4
65	1	53	1	54	2	4.2	2	8.5	2	4.2
70	2	25	2	26	2	38.6	2	44.1	2	38.6
75	3	16	3	17	3	33.9	3	41.5	3	33.8
78	4	05	4	05	4	27.4	4	36.9	4	27.0
81	5	24	5	22	5	52.5	6	5.3	5	52.2
84	7	52	7	45	8	27.7	8	47.1	8	27.7
85	9	13	9	02	9	51.4	10	14.6	9	51.4
86	11	04	10	48	11	44.3	12	13.0	11	44.2
87	13	40	13	20	14	22.6	14	59.8	14	22.6
88	17	29	17	08	18	16.1	19	7,2	18	16.2
89	23	12	23	07	24	20.6	25	37.1	24	21.9
89 30′	27	45	27	35	—		30	21.3	28	41.9
90	33	20	33	45	34	32.1	36	38.6	34	35.1
					t = 50 F		t = 0° C.		t = 10 C.	
					H = 30 дм		H = 760 мм		H = 760 мм	
					t = 10° C.					

Таблица XIII

Сравнение значений рефракции, рассчитанной по разным формулам

Барометр 760 мм

Зенитное расстояние	Температура (гр С.)	Laplace	Bradley	Bürg	Mayer	Piazzi	Delambre	Mayer
10°	—10	11″1	10″9	11″3	11″0	11″3	11″3	
	0	10.4	10.6	10.9	10.6	10.8	10.8	10″6
	+10	10.3	10.1	10.5	10.2	10.3	10.3	
	20	9.9	9.3	10.1	9.9	9.9	9.9	
	30	9.6	9.1	9.7	9.6	9.5	9.4	
20°	—10	22.9	23.0	23.4	22.7	23.1	23.2	
	0	22.0	21.9	22.5	21.9	22.2	22.2	21.9
	+10	21.2	20.9	21.6	21.1	21.0	21.2	
	20	20.4	20.0	20.8	20.4	20.1	20.3	
	30	19.7	18.8	20.1	19.7	19.4	19.5	
30°	—10	36.2	36.5	37.1	36.0	36.8	36.9	
	0	34.8	34.8	35.7	34.7	35.2	35.2	34.7
	+10	33.4	33.2	34.3	33.5	33.6	33.5*	
	20	32.2	31.7	33.0	32.3	32.1	32.2	
	30	31.0	29.8	31.2	31.2	30.8	30.9	
40°	—10	52.9	53.0	53.9	52.3	53.4	53.7	
	0	50.8	50.5	51.8	50.4	53.9	51.2	50.4
	+10	48.9	48.2	49.8	48.6	48.6	48.9	
	20	47.1	46.0	47.9	46.9	46.5	46.8	
	30	45.4	43.9	46.0	45.4	43.8	44.9	
50°	—10	75.0	75.2	76.5	74.2	75.7	76.2	74.3
	0	72.1	71.7	73.5	71.5	72.2	72.6	71.5
	+10	69.3	68.4	70.7	68.9	69.0	69.4	68.9
	20	66.8	65.4	68.0	66.6	65.9	66.4	66.6
	30	64.6	62.3	65.3	64.4	63.3	63.7	64.4
60°	—10	108.8	109.1	111.1	107.6	110.8	110.5	107.8
	0	104.6	100.4	104.4	103.7	105.7	105.4	103.8
	+10	100.6	99.3	102.7	100.0	100.9	100.7	100.1
	20	96.9	94.9	96.0	96.6	96.6	96.5	96.7
	30	93.5	90.4	92.8	93.4	92.6	92.5	93.5
70°	—10	171.8	172.5	175.8	170.1	175.7	174.6	170.2
	0	165.1	164.4	168.8	163.8	165.0	166.5	163.9
	+10	158.8	157.0	162.4	158.0	159.6	159.1	158.1
	20	153.0	149.9	156.2	152.6	152.7	152.4	152.7
	30	147.6	142.8	150.0	147.5	146.4	146.1	147.7
80°	—10	346.0	349.3	354.9	344.1	350.9	352.9	344.0
	0	332.5	332.8	340.9	331.1	334.7	336.4	331.3
	+10	319.8	317.8	327.9	319.0	319.5	321.4	319.6
	20	308.1	303.5	315.4	307.9	306.0	307.9	308.6
	30	297.9	289.1	302.9	296.6	287.7	295.2	298.5
85°	—10	643.9	657.6	665.9	643.3	649.8	660.1	643.5
	0	617.8	626.7	640.1	619.6	618.2	629.3	619.8
	+10	594.3	598.5	616.9	593.6	591.8	601.3	597.8
	20	572.5	571.4	593.4	573.3	566.7	576.0	577.4
	30	552.2	544.5	569.9	552.4	543.2	552.2	558.3
90°	—10	2192.2	2200.2	2179.3	2100.0	2134.3	2113.1	2061.0
	0	2106.3	2096.5	2090.2	1895.9	2016.5	2014.7	1985.2
	+10	2026.3	2002.1	2014.3	1884.8	1944.1	1925.0	1914.7
	20	1950.1	1911.7	1937.4	1784.5	1862.5	1843.8	1849.0
	30	1882.8	1821.1	1860.8	1696.3	1784.6	1767.8	1778.1**

* Напечатано: 38.5

** Напечатано: 1578.1

Необходимо еще заметить, что метода приближенных квадратур применима и в том случае, когда зависимость плотности воздуха (иначе его давления и температуры) от высоты над поверхностью Земли задана не аналитически, а таблично или графически. Здесь единственно применимыми для расчета формулами будут формулы Ньютона и метода квадратур.

Во все эти подробности я вошел, чтобы показать, несколько полна и обща та теория астрономической рефракции, которую Ньютон создал в конце 1694 г. и начале 1695 г., но которой он, к сожалению, не опубликовал.

Если развить ньютонову теорию теми элементарными методами анализа, которыми Ньютон обладал, и сравнить ее с современными теориями, то сразу можно будет заметить, сколь простое и естественное получается изложение и сколь мало к нему, по существу, за 240 лет прибавлено. Поэтому мне кажется, что эта теория, как основная, достойна подробного и внимательного изучения, а не того беглого о ней упоминания или полного умолчания, как это делается во всех известных мне учебных руководствах по астрономии.

A. N. KRILOFF

(Member of the Academy)

SIR IS. NEWTON'S THEORY OF ASTRONOMICAL REFRACTION

In 1835 appeared a book by Fr. Baily Esq. entitled „An account of the R-d John Flamsteed the First Astronomer Royal, compiled from his own manuscripts and other authentic documents never before published, to which is added his catalogue of stars corrected and enlarged...", 4-to, LXXII+672 pp. This book contains an autobiography of Flamsteed, his scientific correspondance and his catalogue of stars.

Among the letters there are a lot of letters of Sir Is. Newton to Flamsteed relating to planetary and lunar theories and to the theory of astronomical refraction, of which Newton sent in 1694 to Flamsteed two tables calculated in a purely theoretical manner.

The first of these tables is based on the assumption of an atmosphere of finite height, the density decreasing uniformly from the surface of the earth to the boundary of the atmosphere.

The second table is based on the assumption of an atmosphere of unlimited height, the density decreasing in accordance with the exponential law established by Newton in his „Principia".

Only for the first table Newton gives a theorem enabling the calculation of refraction by „approximate quadratures", but he gives no proof of this theorem.

The second table was published 27 years afterwards by Halley, without any suggestion as to the manner of calculating it.

The book of Baily was analysed in a very substantial manner by Biot in the „Journal des Savants" for 1836, where Biot gives a method of

calculating the astronomical refraction and proves Newton's theorem, but he uses modern analytical methods in their full development, which they attained long after Newton's death.

In A. N. Kriloff's paper a simple proof of Newton's theorem is given and the whole theory of astronomical refraction is established by the first principles of the fluxional calculus, which were already known to Newton, with the sole difference that modern notation is used for quadratures instead of the Newtonian one, used in his paper „De quadratura curvarum".

Both tables of Newton are recalculated by the formulae thus established, using Newton's method of „approximate quadratures".

It is also pointed out that in order to get the form of the ray of light incurvated by refraction Newton had to deal with an equation containing „fluents and fluxions", and the calculation of refraction seems to be the first instance, where such an equation, now called differential, was solved with very great precision by a numerical process.

At the end of his paper A. N. Kriloff shows that if Newton's theory be applied to modern observations, say to those of Pulkovo, a modern table of refraction would be obtained with the utmost precision.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. I, вып. 5

Н. А. Шолпо

ТКАЧЕСТВО В ДРЕВНЕМ ЕГИПТЕ

I

1. ЗНАЧЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЕГИПТА

Уже в VI в. до н. э. египетский лен в виде самых разнообразных изделий употребляется в странах Средиземноморского Востока. Так, Геродот[1] среди пожертвований Амасиса в Элладу упоминает и „замечательный льяной панцырь". Эти льняные египетские панцыри были, очевидно, в большом ходу у древних народов: у того же Геродота читаем, что и персы,[2] и ассирияне,[3] и финикияне[4] носили такие панцыри. A. Wiedemann в своих примечаниях к Геродоту[5] указывает, что лучший холст доставлялся из Египта, Карфагена или Сард. У Иезекииля (27,7) мы читаем, что Тир употреблял египетское узорчатое полотно для парусов. У Исаии (19,9) о египтянах говорится, как об обрабатывающих разноцветный лен и как о ткачах белых тканей. В притчах Соломона (7,16) упоминаются „пестрые египетские ткани". Количество ссылок на древних авторов можно было бы еще увеличить, но и приведенного вполне достаточно, чтобы увидеть, каким распространением пользовались египетские льняные ткани в странах древнего мира.

„Сознание превосходства египетского ткачества перед туземным греческим и италийским, — говорит М. Хвостов, — повело к тому, что за пределами Египта, в Греции и Италии, египтян стали считать изобретателями ткачества".[6] Превосходство это отчасти может быть объяснено тем, что их станок допускал тканье длинных (до 18 м) полотнищ, тогда как греческий и римский станки этого не допускали,[7] а также и

[1] Геродот (пер. Мищенко), II, 182. Ср. также III, 47, и Plinius, XIX, 12.

[2] Геродот, I, 135.

[3] Ib., VII, 63.

[4] Ib., VII, 89.

[5] A. Wiedemann. Herodots zweites Buch (1890), S. 413.

[6] Хвостов. Текстильная промышленность в греко-римском Египте (1914), стр. 22, пр. 2; Plinius, VII, 196.

[7] Blümner. Technologie, I, 128. Ср. также Хвостов, стр. 18 сл.

той сравнительно высокой организацией производства, который не знали Греция и Рим.[1]

Уже в эпоху XVIII—XX династий, т. е. примерно в XIV—XII вв. до н. э., египетская ткань вывозилась в другие страны, в Сирию и в Месопотамию.[2—3]

Большое значение египетской ткани на рынке древнего мира обязывает нас внимательнее ознакомиться с текстильной промышленностью древнего Египта как с точки зрения организации производства, так и с точки зрения техники.

2. ДРЕВНОСТЬ ЕГИПЕТСКОГО ТКАЧЕСТВА

Общепризнано, что тканье как таковое произошло из плетения.[4] A priori, на основании аналогий, мы то же можем сказать и о происхождении египетского ткачества, но проследить переход от плетения к тканью не представляется возможным, так как находки тканей, изготовленных на станке, относятся к чрезвычайно древнему времени, от которого мы не имеем почти никаких письменных памятников или изображений. Предположение, что египетское ткачество произошло, как и у других народов, из плетения, само по себе вполне вероятно и даже бесспорно. В доказательство этого можно привести следующее: „плести" по египетски — sq̇·t,[5] а один из терминов, обозначающий „ткать", будет sq̇·t-nď, т. е., дословно, „плести льняными нитями"[6].

Насколько древне ткачество в Египте, установить трудно, но мы можем только указать, что среди додинастических погребений, т. е. свыше 4000 лет до н. э., были найдены веретена или, вернее, пряслица от них — каменные кольца, которые надевались на стержень веретена. Такие кольца, найденные в Mahasna,[7] относятся к додинастической эпохе; найденные в Иераконполисе[8] датируются первыми династиями. От той же эпохи до нас дошли и остатки тканей; от первой династии — пелены царя Джера;[9] ткань их очень тщательно изготовлена, имеет 48 нитей в основе и 60 в утке (на сантиметр). Столь тонкая ткань, изготовленная из чрезвычайно ровных нитей, справедливо приводит

---

[1] Высокий уровень развития египетского искусства и ремесла сами греки объясняли именно тем, что в Египте ремесло было организовано с большим разделением труда и с замкнутостью ремесленных „каст" (см. ниже).

Унамон. Напр., В. Голенищев. Сборник в честь В. Р. Розена, 1897, стр. 50.

[3] Knudtzon. El. Amarna Tafeln, № 12, 70 и др.

[4] Ephraim. Über die Entwickelung der Webetechnik.

[5] Везде я пользуюсь аналитической транскрипцией, выработанной Египтологическим кружком при ЛГУ (см. Сборник № 7, Л., 1931).

[6] Erman-Ranke. Aegypten, S. 535, anm. 6. Подробно о терминологии ткачества см. ниже, в главе II.

[7] Garstang. Mahasna and Bêt-Khallaf, p. 6.

[8] Quibell. Hieraconpolis, II, p. 17, pl. LXIII и p. 49.

[9] Fl. Petrie. Arts a. crafts... (цит. по переводу J. Capart'a), p. 170.

в восторг Fl. Petrie, который сравнивает ее с современным батистом содержащим 56 нитей в см. Другие образцы древнейших тканей относятся к III династии и были найдены не в царской гробнице, в гробницах частных лиц близь Мейдума. Эти ткани были подробно исследованы W. W. Midgley,[1] установившей, что некоторые из них имеют двойные нити в основе. Они, правда, уступают по тонкости более древнему образцу, но вспомним, что первая ткань была найдена в царской гробнице и потому, вероятно, представляет собою исключение, а эти, как найденные в гробницах частных лиц, были, очевидно, обычны в обиходе.

Хотя эти ткани имеют самое простое переплетение, так называемое „полотняное", тем не менее, они сотканы на станке;[2] очевидно, станок в Египте был известен задолго до так называемой „династической" эпохи.

Благодаря такой древности ткачества в Египте, к эпохе Древнего царства мы имеем уже вполне развитую технику и организацию ткацкого ремесла.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТКАЦКОГО РЕМЕСЛА И ПОЛОЖЕНИЕ ТКАЧА В ОБЩЕСТВЕ

Эта часть нашей работы является, может быть, меньше всего разработанной, так как, сосредоточившись на теме — техника ткацкого ремесла, мы сознательно использовали материал преимущественно по технике ремесла, считая, что вопрос об организации древне-египетского ремесла должен быть предметом самостоятельной работы. Поэтому здесь мы только бегло наметим общую картину организации ткачей.

Прежде всего, обратим внимание на самое слово, которым обозначались ткачи: mr·t или tꜣ mr·t. Оно может иметь два различных значения: ткачи[3] и „принадлежащие кому-либо", „зависимые от кого-либо". Как заметил уже W. Spiegelberg,[4] в египетском языке рано происходит смешение этих двух понятий — „ткачи" первоначально обозначаются всегда посредством идеограммы , которая значит собственно „бердо", а „зависимые" обозначаются через „мотыга". Таким образом, через посредство знаков, характеризующих, с одной стороны, „ткачество", а с другой — „земледелие", и произошли эти два фонетически сходных слова.

Чтобы не углубляться в детали вопроса, укажем только, что mr·t в Древнем царстве в значении „зависимые" всегда пишется так: ,

[1] Historical Studies (British School of Archaeology in Egypt. Studies, vol. II, 1911, p. 37—39).

[2] Это видно по имеющейся кромке.

[3] Wörterbuoh d. äg. Sprache, при определении значения этого слова как „зависимые", указывает, что вто слово может также иметь значение „ткачи". Я при переводе этого слова опираюсь главным образом на W. Spiegelberg'a (см. ниже).

[4] Zeitschr. für ägyptische Sprache, XLV (1909), S. 89.

что собственно означает „мотыженик", „земледелец", а в более позднее время оно обозначается знаком ▭ „пруд", который часто заменяется знаком ⌶ „канал". В этом написании „зависимые" имеют собственно значение — „люди канала", а также „сторонники",[1] „стоящие на стороне владельца канала", т. е. люди, которые, находясь в зависимости от владельца канала (землевладельца), стоят на его стороне, на защите его интересов.

Мы только что обратили внимание на то, что один и тот же знак ⌶ означает и „бердо", и „канал". Но дело в том, что в каждом из этих двух значений знак этот пишется различно: „канал" имеет написание ▥ (зигзагообразные линии между двумя параллельными означают воду), а „бердо" пишется с прямыми линиями, обозначающими зубья берда. Особенности этих знаков в египетском письме не всегда различимы, и часто они смешиваются, заменяясь просто знаком ⌶. Интересно отметить, что не только в значении „зависимые", но и в смысле „ткачи" слово mr-t имеет детерминатив земли ⌧, указывающий на принадлежность „зависимых" и „ткачей" к земле, т. е. к крестьянскому хозяйству. На следующих страницах нам, надеемся, удастся показать, что и в самом деле ткачество долгое время было связано с земледелием, т. е. было частью крестьянского хозяйства.

А. Древнее царство

От эпохи Древнего царства мы имеем слишком небольшое число письменных памятников, чтобы составить себе достаточно ясное представление о положении ремеслеников и, в частности, ткачей. Среди изображений в гробницах знати мы не встречаем ткацких мастерских, мы не находим здесь и текстов, которые освещали бы интересующий нас вопрос. Приходится довольствоватся скудным материалом, разбросанным в разных местах.

То обстоятельство, что словарь египетского языка не дает нам для эпохи Древнего царства ни одного термина, обозначающего ткача, позволяет сделать предположение, что ремесло ткача в эту эпоху еще не отделилось от других крестьянских работ, что ткачество было, очевидно, в руках крестьян наряду со всякими другим ремеслом, что оно носило еще домашний характер и ткачи еще не были объединены в мастерских, а каждый работал у себя на дому, т. е., что переработка сырого материала (льна) происходила в том самом хозяйстве (крестьянской семье), которое его добывало.[2]

---

[1] „Parteigänger", по Wörterbuch d. äg. Sprache.

[2] Домашний характер ткачества в Древнем царстве отмечали уже Брэстед („История Египта", т. I, стр. 101), L. Klebs (Relief d. Mittl. Reichs, S. 127) и Erman-Ranke (Aegypten, S. 138 и 536) которые считают, что прядение и ткачество лежали на обязанности крепостных и были даже сосредоточены в Frauenhaus (см. Klebs). Что

Средства производства являются собственностью непосредственного производителя, который был крестьянином, зависимым от землевладельца — храма, царя — и уплачивал повинности натурой.

Из декрета VI династии, так называемого документа С,[1] мы видим, что ткань, выработанная крестьянином — mr·t,[2] шла в качестве такого натурального налога, носившего название [иероглифы] — spw, хозяину ткача, будь это царь или храм.[3] Определить ту часть продукта, которую крестьянин сдавал храму и царю, пока нет возможности не только для Древнего царства, но и для более поздних эпох.

Оставшаяся после налогов ткань шла на нужды самого крестьянина и продавалась им иногда на рынке в обмен на другие товары.[4] В этом, однако, нельзя видеть товарного производства, так как товарное обращение заключается здесь лишь в обмене ремесленником излишков своего продукта на необходимое ему сырье или орудия производства.

Б. Среднее и новое царство

Со времени Среднего царства, т. е. примерно с 2000 г. до н. э., мы имеем уже значительно более богатый материал в гробницах — модели ткацких мастерских, отдельные тексты, — который дает возможность судить детальнее не только о технике, но и об организации ткацкого ремесла.

Появление специального термина для mr·t [иероглифы], отсутствовавшего в Древнем царстве, показывает, что произошло отделение ткачества от других крестьянских работ, — ткачи специализировались на данной работе, были оторваны от земледелия и объединены в мастерской. Но попрежнему они оставались под наблюдением специального надсмотрщика mr mr[иероглифы] — „начальника ткачества".[5]

касается Древнего царства, то у нас нет никаких доказательств этого, а о более позднем времени мы знаем, что ткацким ремеслом заняты и мужчины и женщины наравне. Ср., например, Геродот II, 35: „... мужчины сидят дома и ткут..."; „Сказка о двух братьях" (пер. Викентьева, стр. 29): „Он (младший брат) готовил одежду" и т. д.

[1] R. Weill. Décrets royaux, p. 53—59, pl. III и VIII; Cp. Moret, Journal asiatique, 1912, pp. 98—106.

[2] См. Baillet, Rec. de trav., XXVII, (1905), p. 216.

[3] Характерно, что эта форма налога, наряду с другими натуральным налогами, овощами, хлебом, шкурами и пр. объединяется одним общим термином mdr nb „обложение", который буквально означает „давить, выжимать" и обозначается знаком, изображающим виноградный пресс. Ср. Moret, op. cit.

[4] См. Lepsius, Denkm., II, 96, где мы видим изображение такой сцены меновой торговли. В верхней части слева сильно поврежденная сцена обмена ткани на какой-то другой продукт. См. также Брэстед, I, рис. 46.

[5] Напр., L. D., II 126; Beni-Hassan, I. 29.

Социальные сдвиги, происходившие в период между Древним и Средним царствами, освободили от части повинностей крестьян, специализировавшихся в той или другой отрасли ремесла. Это способствовало развитию городов, в которых и поселяется этот слой населения, порвавший связь с деревней и сельским хозяйством. Египетский город этой эпохи, насколько можно судить по имеющемуся у нас материалу,[1] разделялся на кварталы, некоторые из которых были населены ремесленниками, занимавшимися тем или другим ремеслом. Так, мы видим специальные кварталы живописцев, медников, скульпторов, лодочников; на стеллах абидосского некрополя[2] мы встречаем начальника каменщиков, старших каменщиков, старшего сапожника, начальника кузнецов и т. д. Но отсутствие кварталов ткачей показывает, что ремесло ткача не оторвалось еще от деревни и что ткачи попрежнему, как и в эпоху Древнего царства, были связаны с сельским хозяйством.[3]

Со времени Нового царства наблюдается еще большее разделение труда, на которое обратили внимание уже древние греки.[4] Египетские тексты этого времени также указывают на сословное деление общества.[5]

Храм в это время приобретает большое значение в хозяйстве страны, как владелец значительной части земли и рабочей силы.

Из некоторых текстов этого времени[6] видно, что царь давал храму ткачей mr·t из числа рабов-военнопленных для тканья всевозможных тканей и платья жрецам и их слугам, т. е. для всего храмового населения.

Мы имеем также тексты,[7] которые указывают, что храмы имели свои ткацкие мастерские.

В то время как большинство связаных с городом ремесел было основано на более или менее свободной рабочей силе, ткацкая промышленность имела дело с несвободной рабочей силой. Пользуясь

---

[1] См. Baillet, Rec. de trav., XI (1889); Ольдерогге. „К организации цехового управления в Среднем царстве (Докл. Акад. Наук, 1928), Griffith. Kahun Papyri, p. 39, pl XIX 64.

[2] Mariette. Catalogue d'Abydos, № 593, 947, 640, 856 и др. Bouriant, Rec. de trav., VII (1895), p. 127, № 19.

[3] Упоминание двух ткачей среди членов семья начальника квартала (Garstang, El-Arabah, pl. XIII C) не противоречит этому, так как самый термин „ткач" в данной надписи, по мнению Newberry, крайне сомнителен (ibid., p. 35) и поставлен им под знаком вопроса. В грехо-римскую эпоху мы встречаем уже „улицу ткачей" (Wilcken, Grundzüge..., S. 267), что объясняется, конечно, тем, что ткачество в эту пору, наравне с другим ремеслами, стало городской промышленностью.

[4] См. Diodorus Siculus, Hist. Bibl. I, 74; Isocrates, Busiris, c. 8.

[5] Brugsch. Rec. de mon., 66, 2a. Ср. также надпись Паненя (Urkunden, IV, 1006, 17) с тем же делением общества. Braested, Anc. Rec., IV, § 402.

[6] По подсчету Брэстеда (История, II, 174, и Anc. Records, IV, § 167 сл.), храмы владели около 2% всего населения Египта.

[7] L. D. III, 27, 10, надпись Тхути; Äg. Zeitschr., 1884, S. 88—89 и 93—97, надпись Несухора; Pap. Anastasi VI.

своей властью над крестьянским населением деревни, царь, храм или частный землевладелец объединял ремесленников в более или менее крупные ткацкие мастерские, используя в своих интересах общественное разделение труда и рынок для продуктов промышленности. Первоначально эти мастерские были организованы по принципу простой кооперации — каждый рабочий выполнял последовательно все (или бо́льшую часть) операций. Ко времени же Нового царства мы замечаем в ткацком ремесле значительное разделение труда и специализацию, за что говорит весьма развитая терминология,[1] модели ткацких мастерских, а также рисунки в гробницах, изображающие детали каждой операции прядения и ткачества.

„Ткачество — это разновидность труда, требующая в большинстве случаев небольшого искусства и распадающаяся на бесчисленное множество отраслей... Ткачеством занимались вне рамок цеховой организации в деревнях и местечках".[2]

Объединение ткачей в крупных мастерских царя и храмов, большое внутреннее разделение труда напоминает мануфактуру: „ткачество было первой из мануфактур, — говорит Маркс, — и осталось главной из них.[3]"

Однако, едва ли возможно считать эту мануфактуру „гетерогенной" в чистом виде. Техника производства была все же так примитивна, что одни и те же рабочие выполняли различные производственные операции, и строгой специализации не было. Здесь мы имеем, очевидно, рабскую мануфактуру, которая представляет собой сочетание простой кооперации с гетерогенной мануфактурой. Мы не должны забывать, что перед нами мануфактура в ее зачаточном виде.[4]

Эти мануфактуры не могли, конечно, послужить основой для развития прогрессивных форм промышленного капитала — напротив, они тормозили возникновение капиталистической мануфактуры со свободным трудом, так как заполняли имевшийся налицо рынок.

Наряду с мануфактурной ткацкой промышленностью продолжали существовать и ткачи, работавшие у себя на дому,[5] которые уплачивали налоги частью продукта своего труда.

Эпоха Среднего и Нового царств при преобладании натурального хозяйства характерна развитием товарного хозяйства и заканчивающимся, но еще не закончившимся, процессом отделения ремесленной промышленности от земледелия. В эту эпоху „избыток продуктов

[1] Об этом см. ниже в главе о технике.

[2] Архив Маркса и Энгельса, I, 237.

[3] Архив Маркса и Энгельса, I, 237.

[4] Ср. Энгельс. Происхождение семьи, частной собственности и государства (1932), стр. 120.

[5] Напр., в „Сказке о двух братьях" (перев. Викентьева, стр. 29) мы видим, что крестьяне, наряду с полевыми работами, изготовляли одежду.

превращался в товар и притом в значительной своей части лишь в руках государства, к которому... притекает определенное количество продуктов в виде натуральной ренты".[1] Вместе с развитием товарного хозяйства, мы видим и развитие торгового капитала, сосредоточенного преимущественно в руках царя, храмов и, отчасти, частных лиц.

В текстильной промышленности храмы и царь были монополистами во внешней торговле, а владелец мануфактуры был хозяином на внутреннем рынке.

II.

Переходя к технической стороне прядильно-ткацкой промышленности, мы должны указать, что эта сторона чрезвычайно детально и тщательно разработана в литературе (особенно иностранной). Там, где вопрос не вызывает сомнений, мы ограничимся простым изложением фактов, не вдаваясь в излишние подробности. В тех же случаях, когда придется не соглашаться с существующими мнениями или касаться еще не разработанных вопросов, мы будем останавливаться несколько дольше на деталях, важных для выяснения тех или иных сторон дела.

1. Материал для ткани

Прежде всего коснемся материала, шедшего на изготовление тканей. Это был лен, который употреблялся с древнейших времен. Плиний[2] считает египетский лен особенно прочным и называет четыре его сорта, названия которых происходили от местности, где он произрастал, это: танисский, пелузийский, бутийский и тентиритский. Но нам известен теперь только один сорт льна—linum uritatissimum,[3] да и египетский словарь имеет только одно название — šmꜥ. Следов других материалов мы не встречаем. Шерсть стали применять только значительно позднее, хлопок появляется в Египте только со II века до н. э.,[4] а шелк—с IV века н. э.[5] Некоторые переводы Библии и классических авторов, где встречается „хлопок" и „хлопчатая бумага", конечно, неверны: так переводится греческое βύσσος, которое, может быть, и означает „хлопок", но, во всяком случае, не в применении к египетским тканям. Слово „виссон" вообще не имело постоянного значения и могло относиться к самым различным сортам дорогих и тонких тканей.[6] Итак, основным материалом для египетской ткани был лен.

---

[1] Маркс. Капитал, 5 изд., стр. 270.

[2] Plinius, XIX, 14.

[3] Heiden. Handwörterbuch der Textilkunde (1909).

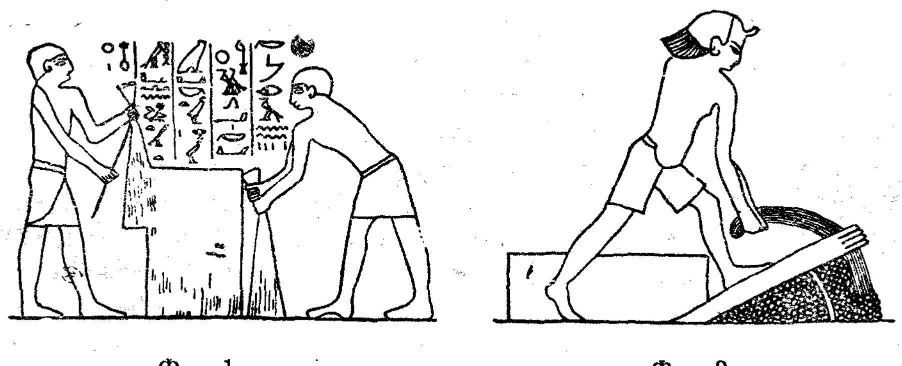
[4] W. L. Balls. The cotton crop of Egypt (Year Book Khed. Agric. Soc., Cairo, 1910).

[5] A. Lucas. Ancient egyptian materials (London, 1926), p. 196/7.

[6] Ср. Heiden, op. cit. Мнение H. Brugsch в Allgemeine Monatsschrift f. Wissenschaft und Literatur, 1854, S. 629 ff., по поводу происхождения греческих слов βύσσος и σινδών из египетского pk (pg) и sntj, теперь должно быть пересмотрено.

2. Обработка льна и прядение

Насколько мы можем судить по дошедшим до нас изображениям, лен, как и в наши дни, не срезался, а выдергивался из почвы в целях сохранения естественной длины волокна (фиг. 1), [1] после чего связывался в пучки и очищался от семян. Выдергивание льна из почвы называлось в Древнем царстве ḥw ḥmꜣ ...; [2] в эпоху Нового царства этой операции присваивается уже специальный термин ḥwty, отличающийся от предыдущего только идеограммой: вместо человека с палкой стоит теперь: ... [3], а именно: .... Следующая операция — вязка льна в пучки — обычно сопровождается словом tꜣt ..., но оно относится, вероятно, не к вязке пучков, а скорее к очистке



Фиг. 1. Фиг. 2.

от семян, так как это слово, очевидно, должно быть связано с tꜣ ..., что означает „семена злаков". Термин tꜣt „очистка от семян" известен нам со времени Древнего царства [4] и встречается также в Среднем [5].

Так как изображение (фиг. 1, слева) дает нам только связывание льна в пучок (работа производится стоящим человеком), то, вероятно, очистка от семян производилась тут же на месте просто руками. В Новом царстве мы видим уже особое приспособление для этой работы: гребнеобразная наклонная доска, при помощи которой работник обдирает семена с пучков льна, опираясь при этом левой ногой на доску (фиг. 2). Этой операции предшествовало связывание пучков льна в снопы, которое производилось, очевидно, тоже в поле (фиг. 3). После того, как лен был собран, связан в снопы и очищен от семян, он подвергался

---

[1] Правда, не всегда лен выдергивался, мы встречаем иногда изображения, где он срезается серпом. Напр., Lepsius, Denkm., II, 106, 107.

[2] Например, Sheikh-Said, XVI.

[3] См. Wörterbuch d. äg. Sprache.

[4] Например, Sheikh-Said, XVI.

[5] Например, Meir, I, pl. III, = XXI, 3.

трепанию. По мнению некоторых исследователей, этому предшествовало кипячение его,[1] но, как мы увидим ниже, операция кипячения связана не со льном, а с готовой пряжей, для ее окраски. Трепанием называется обработка, цель которой состоит в разрыхлении волокнистой массы, в разделении крупных комков и пучков волокон на более мелкие части и в устранении посторонних примесей. Для этого материал подвергался ударам особой деревянной колотушки.[2] За трепанием следовало чесание, цель которого — разъединить и распределить возможно равномернее волокна. На египетских рисунках мы нигде не видим изображения чесания, а те гребни, которые сохранились в некоторых музеях, имели совсем другое назначение,—они употреблялись при тканье цветных узоров. Трудно предположить, что чесание производилось без всяких инструментов или заменялось тем, что отдельные волокна вытягивались просто руками.[3] По всей вероятности, чесание все же было известно египтянам. По мнению Davies'а,[4] трепание у египтян заменялось для очистки волокна протаскиванием его между двумя палочками (фиг. 4), которые работница держит в левой руке, тогда как правой она тянет эти волокна. Я полагаю, что здесь скорее не трепание, а операция, заменяющая собою чесание: протаскиванием волокна между двумя палочками достигается тот же результат—равномерное распределение волокон одно относительно другого.

Вслед за чесанием происходило вытягивание и сдваивание, т. е. распрямление и параллельная укладка волокон, имеющих уже форму рыхлой ленты, и уравнивание этой ленты в отношении толщины и плотности. Эта операция зафиксирована на многих рисунках[5] и носила название ṣшп (фиг. 5). Davies (в указанном сочинении) считает ṣшп вторичным вычесыванием или очисткой (teasing) волокна перед прядением. Мне кажется, что изображение достаточно ясно показывает сдваивание, сопровождающееся, может быть, даже предварительным скручиванием.

Затем следовало предпрядение, т. е. утончение ленты и скручивание ее руками, чтобы она не распадалась; продуктом предпрядения является ровница, которая шла уже прямо в прядение. Предпрядение называлось mṣn и также имеется на многих изображениях (фиг. 6).[6]

После этого следовало прядение, т. е. скручивание ровницы в нить при помощи веретена, которое представляет собою деревянный стержень с каменным пряслицем. Пряслице, подобно маховому колесу, придавало

[1] Steindorff. Das Kunstgewerbe im alten Aegypten (1896), S. 15.

[2] См. Newberry. Beni-Hassan, II, 13.

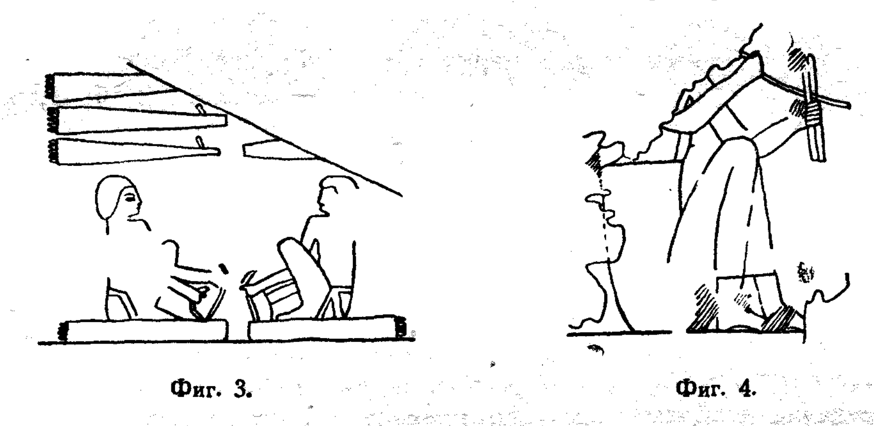
[3] Cp. Steindorff, ibid.

[4] Five Theban tombs, p. 34.

[5] Ibid., pl. 97; Champollion. Mon., IV, 366 (5) и др.

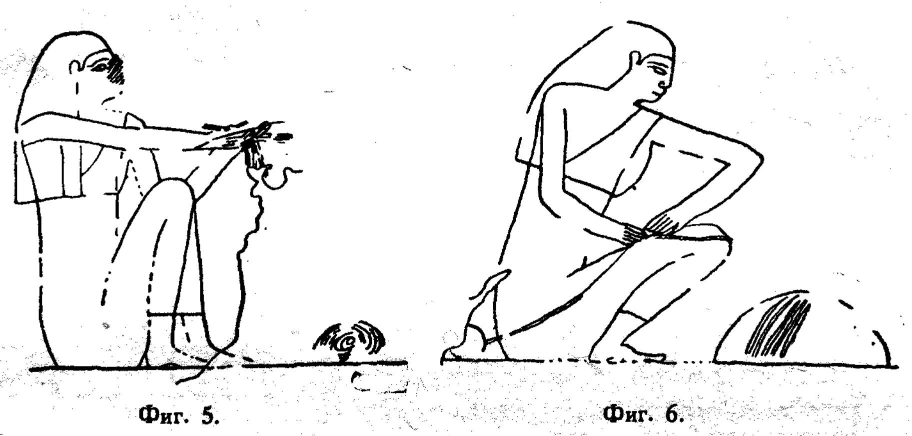
[6] Champollion, ibid.; El-Bersheh, I, 25; Wilkinson, II, 91, 5—6 и др. Так же понимает эту операцию и Davies, op. cit.

веретену продолжительное и равномерное вращение. На верхней части стержня делалась зарубка для закрепления нити при прядении (фиг. 7). Устройство веретена с древнейшего времени оставалось в основном без изменений, — менялась только форма пряслица от цилиндрического до полушарообразного и конического, менялась также зарубка на стержне для закрепления нити. Ровница перед прядением помещалась в сосуд и смачивалась, чтобы нить легче скручивалась при прядении.



Фиг. 3. Фиг. 4.

Прядение производилось вручную, причем работница становилась большею частью на возвышение, чтобы вращающееся веретено можно было использовать для скручивания более длинной нити.[1] Пряхи были



Фиг. 5. Фиг. 6.

в своем деле достаточно искусны и управлялись часто с двумя веретенами сразу (фиг. 9).[2] Прядение со времени Древнего царства имело общее название ṣtꜣ, которое со Среднего царства распадается на две разновидности: drk и ḳsf. Первая из них обозначает, вероятно, скручивание двух[3] или нескольких нитей в одну. Мы имеем изображение, где из ящика с двенадцатью гнездами двенадцать нитей скручиваются

[1] См., напр., Champollion, ibid.; El-Bersheh, I, 25 и 26. Ср. фиг. 9.

[2] Champollion, ibid.

[3] Ibid.

в одну.[1] Здесь вспоминается геродотовский панцырь, который пожертвовал Амасис лакедемонянам;[2] панцырь этот был соткан из льняных нитей, каждая из которых в свою очередь состояла из 360 нитей.

Вторая разновидность прядения — ḳsf — не совсем ясна; на рисунках мы видим (фиг. 10), что нить из сосуда, стоящего на земле, перекинута через вилообразный шест и прикреплена к веретену, которое вращается работником обеими руками,[3] тогда как при обычном прядении веретено вращается одной рукой. В чем состоит эта операция, — решать не беремся и оставляем вопрос пока открытым.

Фиг. 7. Фиг. 8.

Готовая пряжа иногда окрашивалась в различные цвета, для чего она опускалась в узкогорлый, но высокий и вместительный сосуд с горячей краской. Со времени Среднего царства это окрашивание получает специальный термин pst-nw, т. е. буквально „варка нитей“, хотя, судя по изображениям того времени,[4] пряжа в краске не кипятилась, а только опускалась в краску, вероятно, горячую, что видно из знака , детерминирующего слово pst-nw.



Фиг. 9.

3. Приготовление к тканью

Прежде чем приступить к описанию самого процеса тканья, остановимся на операциях, предшествующих ему, а именно: шлихтование основы, смачивание утка перед самым прядением, натягивание основы и т. п.

Шлихтование основы происходило в египетском ткацком ремесле обычно после натягивания ее на станок, а смачивание утка — перед самым прядением; поэтому я прежде всего остановлюсь на операции разделения нитей на чет и нечет, предшествующей натягиванию их на станок. На фиг. 11 мы видим специальное для этого приспособление, состоящее из трех колышков, вбитых

---

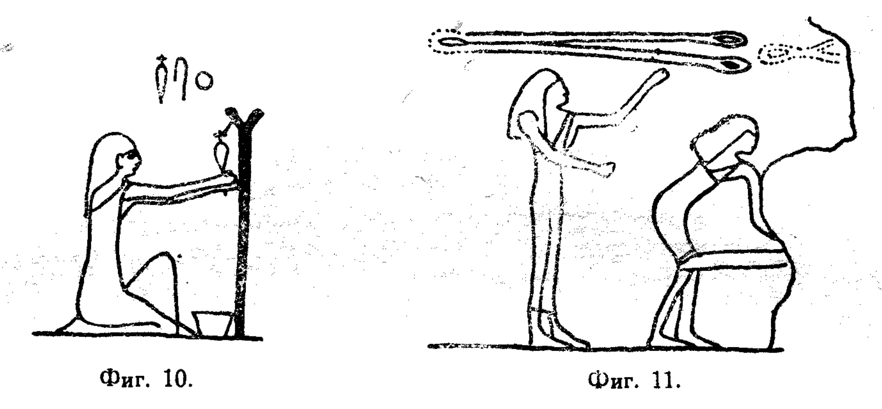
[1] El-Bersheh, I, 26. Johl, Altägypt. Webest., S 17, полагает, что это одновременное натягивание 12 нитей на основу.

[2] Геродот, III, 47. Ср. Плиний, XIX.

[3] Champollion, op. cit. 3; Wilkinson, II, фиг. 91, 7. Ср. также Metropolitan Museum Stud. I (1929), p. 234. fig. 1 A, где нити переброшены через блок.

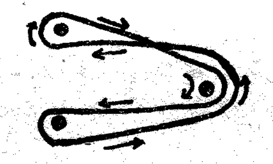
[4] Newberry. Beni-Hassan, II, pl. XIII.

в стену;[1] на эти колышки наматывается нить основы, по способу, показанному на схеме (фиг. 12). Благодаря этому нить основы автоматически



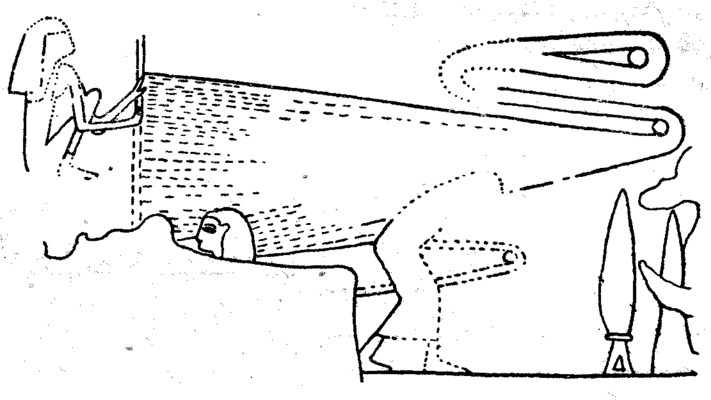
Фиг. 10. Фиг. 11.

разделяется на два разряда. Повидимому, подобное же приспособление изображено на рисунке из гробницы Нового царства, но разница заключается в том, что здесь мы имеем не три, а четыре колышка, вбитых в землю.[2] Наличие четырех колышков предполагает разделение основы не на два, а на три разряда — очевидно, для более сложного переплетения.



Фиг. 12.

После того как основа приготовлена таким образом, ее переносят на станок. Изображение этой операции мы видим на фиг. 13. Ряд за рядом, нити снимаются с колышка и надеваются сначала на один брус станка, потом на другой.



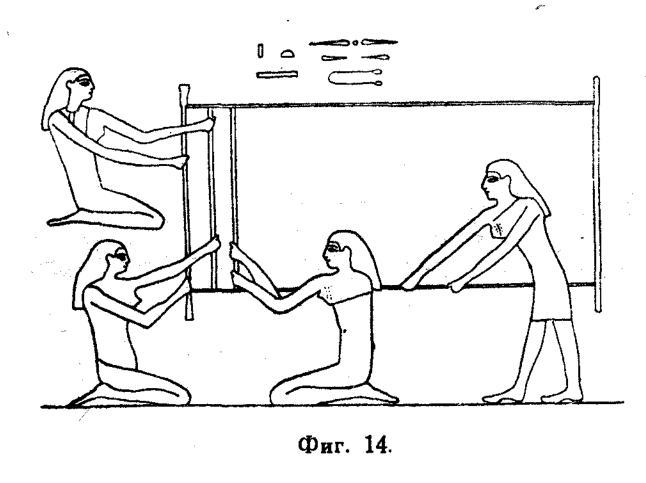
Фиг. 13.

Затем брусья устанавливаются на такое расстояние, какого требует длина предполагаемой ткани, и нити выравниваются и натягиваются.

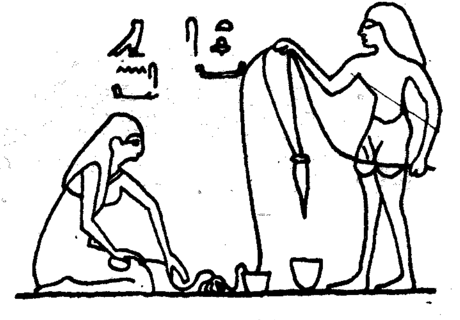
[1] Действие этого приспособления могло быть понято только при сопоставлении этого рисунка с дошедшими до нас моделями ткацких мастерских. См., напр., Garstang. The burial customs... (1907), p. 132; H. Ling. Roth and G. M. Crowfoot в Ancient Egypt, 1921, p. 97.

[2] Five Theban tombs, pl. XXXVII.

Как это видно по рисункам (фиг. 14) и надписям под ними, эта операция носила название ts, что означает собственно „связывать“. И уже после того, как основа была натянута на станок, ее шлихтовали. Шлихтование нитей делается с целью придать им прочность, плотность и гладкость. Для этого нити смачиваются клейким составом и высушиваются. Что египтяне шлихтовали нити основы, представляется несомненным,—это показывают нам изображения стоящих рядом сосудов, откуда шлихта наносилась на основу, уже натянутую на станке. Надпись при таком изображении гласит: но словарь не дает такого слова. Можно предположить, что в данном случае это слово производится от ṣnʿʿ, что значит „делать гладким“, „полировать“,—ведь одной из задач шлихтования является придание нитям гладкости. Но не всегда основа шлихтовалась, уже будучи натянутой на станок, — мы имеем изображение, где операция m ṣnʿ производится просто над мотком нитей еще до того, как они натянуты на станок.[1]



Фиг. 14.



Фиг. 15.

Тогда как основа должна быть прочной и гладкой, от уточной пряжи требуется, чтобы нить мягко и ровно ложилась за челноком, не образуя петель и не скручиваясь. Это достигается приданием утку достаточной влажности. Такое смачивание утка мы видим на фиг. 15 (справа).

По окончании всех этих подготовительных работ можно было приступить к самому тканью, которое мы и рассмотрим вместе с устройством ткацкого станка.[2]

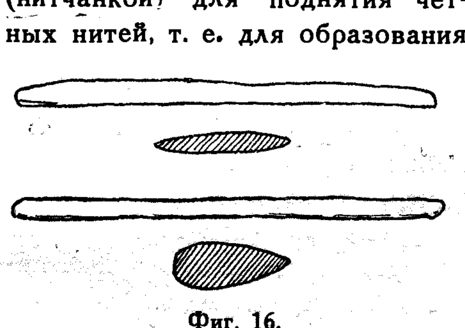
---

[1] Wilkinson, Manners and customs, II, фиг. 91. См. фиг. 14 слева.

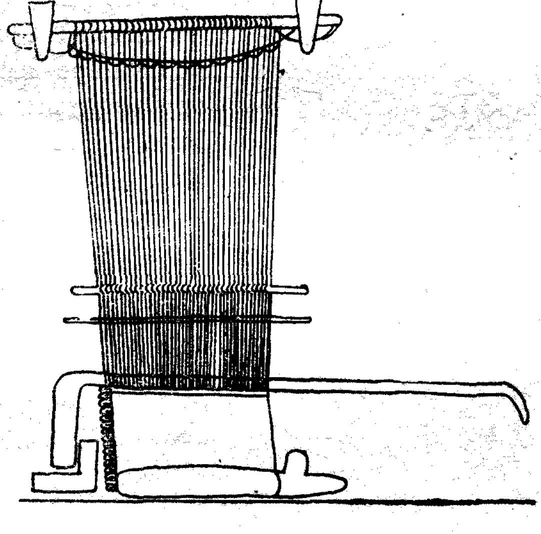
[2] Мы не будем здесь рассматривать способов переплетения, подробно исследованных Braulik'ом (Altäg. Gewebe, 1900). Преобладающим было простое, так называемое полотняное переплетение, т. е. такое, когда одна нить утка проходит сначала под четными нитями основы, а затем под нечетными, следующая же нить утка, наоборот, проходит сначала над четными нитями, а затем над нечетными.

4. Тканье

Как был устроен станок Древнего царства — нам неизвестно, так как от этого времени не сохранилось ни моделей их ни рисунков. Но судя по тому, что станок Среднего царства по существу был довольно примитивным, можно предположить, что он не на много ушел вперед от станка Древнего царства. Сказать что-нибудь определенное о технике ткачества в эпоху Древнего царства мы тоже не можем. Мы можем только предположить, что, по всей вероятности, тканье происходило с одной ремизкой (нитчанкой) для поднятия четных нитей, т. е. для образования



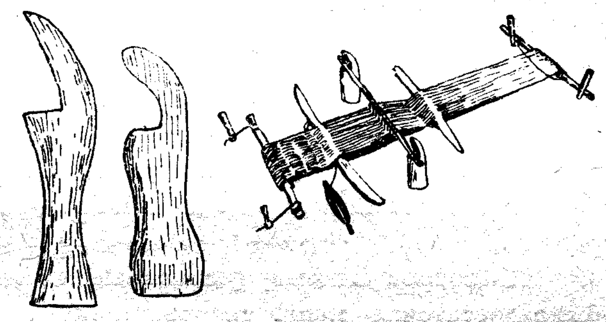
Фиг. 16.



Фиг. 17.

так называемого „искусственного зева", а поднятие нечетных нитей — посредством поворота берда на ребро („естественный" зев). Бердо в это время имело форму плоской линейки или меча (фиг. 16).

Станок Среднего царства был горизонтальным (фиг. 17)[1] и отличался самым простым устройством. На земле, на высоте около 30 см, клались два параллельных бруса, на которые натягивались нити основы.

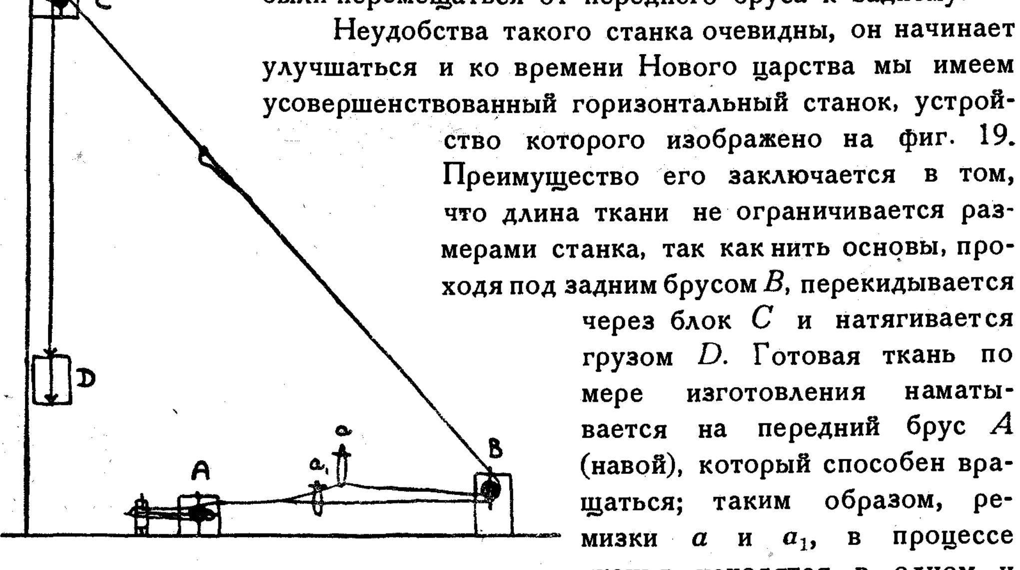


Фиг. 18.

Брусья были неподвижно укреплены четырьмя колышками, вбитыми в землю. Ткань на таком станке не могла быть длиннее расстояния

[1] На первый взгляд кажется, будто это вертикальный станок, и в старой египтологической литературе по этому поводу были долгие споры. Не останавливаясь подробнее на этом, укажем только, что таковы принципы египетского рисунка: предмет изображается всегда с той стороны, откуда видны его наиболее характерные контуры, — в данном случае станок изображен сверху.

между передним и задним брусами, и работать на нем было чрезвычайно сложно и трудно. Для поднятия ремизок требовалось[1] двое рабочих, так как при ширине станка от 160 до 180 см один рабочий справиться не мог. При поднятии ремизок под них подкладывалась особая подставка,[2] которая держала ремизку в поднятом положении, пока через образовавшийся зев пропускался челнок и пока уток прибивался бердом; после этого подставки вынимались из-под ремизки, которая опускалась; затем подни[illegible] торая ремизка и т. д. Во время работы, по мере изготовления ткани, ткачи должны были перемещаться от переднего бруса к заднему.



Фиг. 19.

Неудобства такого станка очевидны, он начинает улучшаться и ко времени Нового царства мы имеем усовершенствованный горизонтальный станок, устройство которого изображено на фиг. 19. Преимущество его заключается в том, что длина ткани не ограничивается размерами станка, так как нить основы, проходя под задним брусом B, перекидывается через блок C и натягивается грузом D. Готовая ткань по мере изготовления наматывается на передний брус A (навой), который способен вращаться; таким образом, ремизки a и a_1, в процессе тканья находятся в одном и том же месте, и ткачу нет надобности перемещаться от переднего вала к заднему. Другим значительным усовершенствованием этого станка было введение педалей. С педалями руки ткача освобождались; если прежде для поднятия ремизок требовалось иногда (в зависимости от ширины ткани) двое рабочих, то теперь простым нажимом ноги на педаль поднималась та или другая ремизка.

По вопросу о том, существовали ли педали в ткацкой технике Египта, было достаточно много споров, и мы не будем к ним возвращаться. Конечно, искать педали в простом горизонтальном станке, как это делали некоторые,[3] нет надобности, но и отрицать их существование на том только основании, что египетские рисунки не дают изображения таковых — тоже нельзя. Мне кажется, что за существование педалей

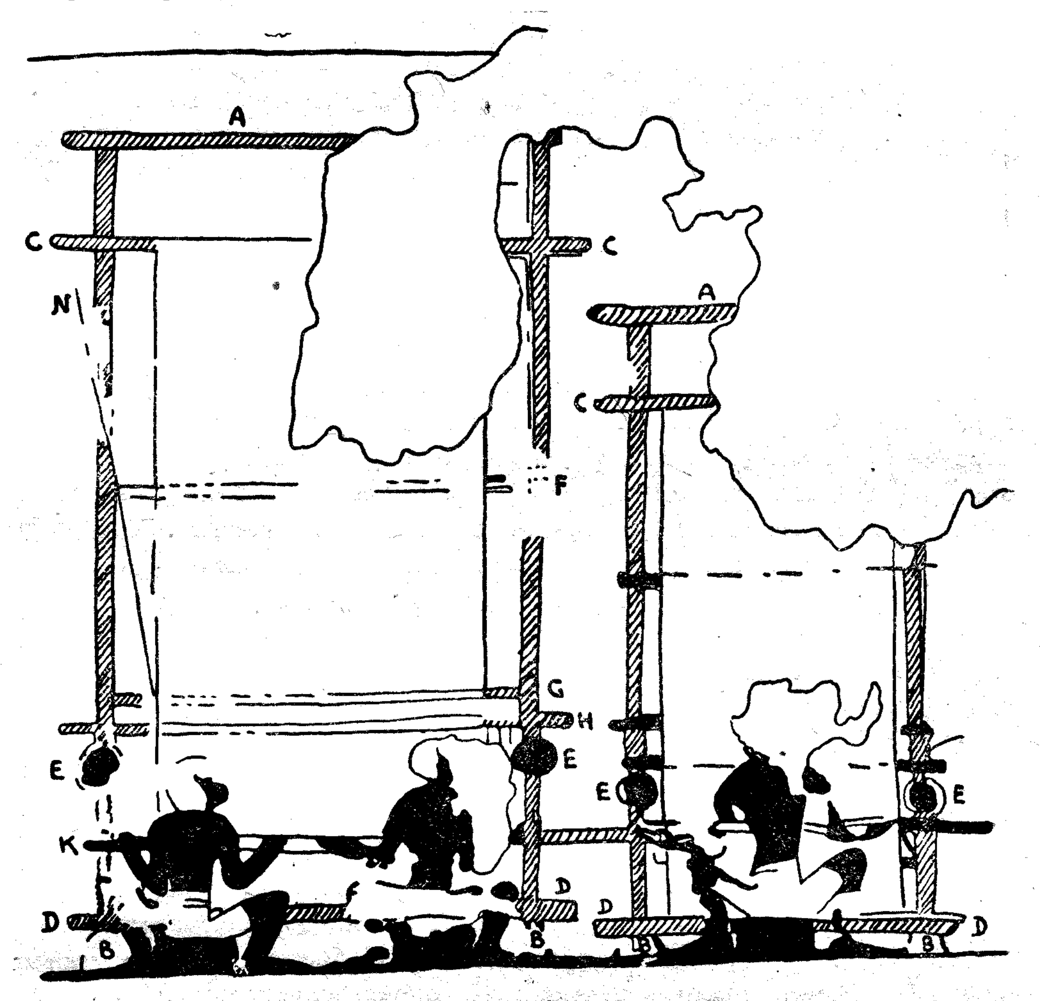
---

[1] Ширина станка может быть исчислена из ширины сохранившейся до наших дней ткани. Так, ткань № 10696 Берлинского музея имеет в ширину 140 см, следовательно, весь станок был шириной около 160—180 см. Ср. Johl, Altägypt. Webest.

[2] Ancient Egypt, 1922, p. 71 сл. См. фиг. 18.

[3] Так, Schröder в Arch. Zeitung, 1884, S. 178.

у станка Нового царства говорит находка в одном из домов Телль-эль-Амарны ямы, облицованной кирпичом. Эта яма имеет точно такой же вид, как коптские и современные египетские ямы, над которыми устанавливается ткацкий станок: ткач во время работы ставит ноги в яму, где устроены педали для поднятия ремизок. Что яма, найденная в Телль-эль-Амарне, предназначалась для этой цели, подтверждается находкой



Фиг. 20.

в ней сосуда с обрывками шерсти. [1] Отсутствие педалей у древне-египетского станка было бы странным, так как наличие их известно у целого ряда примитивных народов. [2]

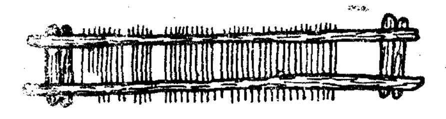
Наряду с этим мы видим станок другого типа, вызванный значительным по сравнению со Средним царством ростом товарного хозяй-

[1] Borchardt, Mitteil. d. Deutsch. Orient-Gesellsch., 1907, n° 34, S. 27—28.

[2] Ср., например, Ephraim, op. cit, S. 27 ff.

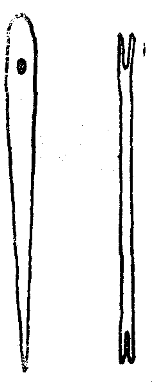
ства, когда ткацкие мануфактуры стали производить ткани для внутреннего и внешнего рынка.

Новый станок, имея все преимущества перед старым и существенно отличаясь от него по своему устройству, исходит несомненно из конструкции усовершенствованного горизонтального станка, который является таким образом промежуточным между простым, горизонтальным, и новым, вертикальным, станком. Изображения таких станков, дошли до нас в очень плохом состоянии, но все же мы даем один рисунок таких станков (фиг. 20). Здесь представлены два вертикальных станка, один большой с двумя ткачами, другой меньших размеров с одним ткачом. Оба совершенно одинакового устройства и отличаются только размерами.



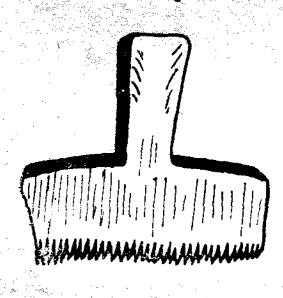
Фиг. 21.

Два вертикальных столба (*B*) вкопаны в землю и наверху соединены балкой (*A*), к которой подвязан верхний брус (*C*) на нем держится основа. Нижний брус может вращаться от руки, наматывая готовую ткань, при этом верхний брус может быть опущен при помощи двух веревок, укрепленных на его концах (*N*). Самый процесс тканья остается прежним, он только облегчен более совершенным устройством станка. Этот станок, так же как и усовершенствованный горизонтальный, давал возможность изготовлять ткани значительно большей длины, нежели простой горизонтальный станок. Но все же, как мы видим, египтяне так и не дошли до мысли наматывать основу на задний брус — основа на станках всех трех типов остается вытянутой во всю свою длину, что не дает возможности увеличить длину ткани до произвольных размеров.



Фиг. 22.

Таким образом, в эпоху Нового царства египетская ткацкая промышленность располагала двумя типами станка — вертикальным и усовершенствованным горизонтальным. Каждый из этих типов предназначался для определенной цели. Горизонтальный служил для тканья обыкновенной ткани, которая ткалась так же, как и раньше, с той только разницей, что ремизки поднимались при помощи педали, а уток прибивался не мечеобразным бердом, а гребенчатым, зубья которого делались из расщепленного тростника (фиг. 21).



Фиг. 23.

Вертикальный же станок применялся для изготовления цветной узорчатой ткани, которая ткалась по способу так называемой „гобеленовой" техники. Появление „гобеленовой" ткани в эпоху Нового царства требовало и специальных приспособлений для ее изготовления. Рисунок этих

тканей совершенно одинаков на обеих сторонах; местами нити основы натянуты слабее, чем в других местах, в зависимости от контуров рисунка,— это возможно только в том случае, если нити не укреплены на верхнем брусе, а перекинуты через него и подтянуты привешенным на концах грузом.

Рисунок ткался при помощи иглы или специального челнока (фиг. 22), которыми вплетались нити нужных цветов. Таким образом, уток не всегда проходил от одной кромки до другой и прибивался в этом случае не бердом, а особым деревянным гребнем (фиг. 23), которым прибивалась только та часть, которая была заткана.

Узорчатая ткань известна нам только со времени Нового царства — наиболее ранние образцы относятся к XVIII династии.[1] С этого времени новая техника тканных рисунков получила широкое распространение и просуществовала вплоть до конца древне-египетской культуры.

N. ŠOLPO

WEBEREI IN ALTÄGYPTEN

Die Weberei war in Ägypten schon vor uralten Zeiten bekannt. An Geweben aus der Periode der III. Dynastie sieht man, dass sie auf dem Webstuhl gewebt waren, denn ihrer Feinheit nach könnte man sie mit Batist unserer Tage vergleichen.

Schon während der Periode des Neuen Reiches wurden ägyptische Gewebe in fremde Länder exportiert, und im Vi. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung haben sie sich in östlichen Ländern des Mittelmeergebietes feste und beständige Märkte erworben.

Die Bedeutung, zu der die ägyptische Webindustrie in der Landwirtschaft emporgestiegen war, begründete sich auf der guten Gewerbeorganisation, welche in den übrigen Gewerben Ägyptens fehlte. Wenn im Alten Reich die Weberei sich noch in den Händen der Bauern befand und, gleich sämtlichen Gewerben Ägyptens, einen häuslichen Charakter aufwies, so sieht man zur Zeit des Mittleren Reiches die Handwerker sich in Gruppen vereinigen und in gemeinsamen Werkstätten arbeiten, wo die Arbeiter sich in einzelnen Operationen der Webkunst spezialisierten und dementsprechend die Arbeit zwischen ihnen verteilt wurde.

Diese Werkstätten wurden während des Neuen Reiches nach dem Prinzip der Manufaktur organisiert.

Ausser der guten Organisation spielte natürlich auch die Technik eine grosse Rolle in der Entwicklung der Webindustrie in Ägypten. Die

---

[1] W. G. Tomson y H. Carter and. P. Newberry, The tomb of Thoutmôsis IV (Каирский каталог, т. XIV).

allmähliche Ausbildung dieser Technik kann man leicht nach einzelnen Zeitabschnitten der Geschichte Ägyptens verfolgen.

Was die dem eigentlichen Weben vorangehenden Arbeitsprozesse betrifft, so können wir auf eine Reihe von Fachwörtern hinweisen, welche zur Zeit des Neuen Reiches eine selbständige Bedeutung erhielten, — was darauf hindeutet, dass die entsprechenden Prozesse sich zu dieser Zeit entwickelt und eine bestimmte selbständige Gestalt angenommen haben. Zu Wörtern dieser Art gehören, z. B., das Wort ḫwty, welches „Leinzupfen" bedeutet (anstatt des im Alten Reich gebrauchten Wortes hw hmꜣ—„Zupfen des Leines"), das Wort tꜣt bedeutet — dem Determinativ nach — wahrscheinlich „Reinigung von den Samen". Diese Arbeit wurde früher von Hand betrieben, während der Periode des Neuen Reiches aber wird dazu eine spezielle Vorrichtung in Gestalt eines geneigten, kammartigen Brettes benutzt.

Nach dem Schwingen folgte das Hecheln, was man durch ein Durchziehen von Fäden zwischen zwei Stöckchen vollbrachte; von mehreren Forschern wurde diese Operation fehlerhaft als Schwingen betrachtet; ebenso fehlerhaft verstand man unter dem Wort „Ausziehen" und „Doppeltzusammendrehen" (ṣwn) das wiederholte Hecheln.

Auch im Spinnen (ṣtꜣ) kann man eine gewisse Evolution beobachten: gewöhnlich arbeiteten die ägyptischen Spinnerinnen auf der Erde oder auf einer erhöhten Plattform stehend, wobei sie nur eine, selten zwei Spindel, handhabten. Im Neuen Reiche sehen wir schon sitzend arbeitende Spinnerinnen, wobei der Spinnfaden durch einen Ring in der Decke läuft. Während die eine Spindel sich dreht, betätigt die Spinnerin eine zweite. Auf diese Weise wurde ihre Arbeit, dank einer ganz einfachen Vorrichtung, erleichtert und beschleunigt.

Das Schlichten des Aufzuges geschah vor dessen Aufschechern auf den Webstuhl, und diese Operation hiess m ṣnꜣ, was wahrscheinlich ein Derivativ vom Worte ṣnꜣꜣ — „glatt machen" — ist.

Von der Einrichtung des Webstuhls aus der Zeit des Alten Reiches wissen wir eigentlich nichts; weil aber der horizontale Webstuhl des Mittleren Reiches höchst primitiv war, kann man vermuten, dass seine Bauart nicht viel von der ursprünglichen abwich. Die Arbeit auf einem solchen Webstuhl muss sehr unbequem gewesen sein, da bei dessen Breite von 180 cm das Emporheben der Schäfte von zwei Weberinnen ausgeführt werden musste, wobei man unter die emporgehobenen Schafte Stützen unterzuschieben hatte, während das Webschiffchen durchgezogen und der Einschlag durchgestossen wurde. In dem Masse, wie das Weben weiterschritt, mussten sich auch die Weberinnen vom Vorderbalken zum Hinterbalken bewegen, und das Gewebe, das auf diese Weise verfertigt wurde, konnte nicht länger als der Abstand zwischen den zwei Balken des Webstuhls sein, denn letztere waren fest eingestellt.

Alle diese technischen Unvollkommenheiten waren jedoch in der verbesserten Konstruktion des horizontalen Webstuhls in der Zeit des

Neuen Reiches beseitigt, was als eine Folge der weiteren Entwicklung der Warenwirtschaft in Ägypten zu betrachten ist.

Im neuen Webstuhl ging der Aufzug unter dem Hinterbalken durch, und wurde hoch über dem letzteren von einem Aufziehblock emporgehoben und durch ein Gewicht aufgespannt. Somit wurde eine bedeutend grössere Länge des Gewebes erreicht. Eine zweite Abänderung des alten Webstuhls wurde durch die Einführung eines drehbaren Vorderbalkens — der Welle zum Aufwinden des Gewebes — erreicht. Dank dieser Einrichtung fiel auch die Notwendigkeit für die Weber weg, während ihrer Arbeit dem Wbstuhl entlang zu schreiten. Eine dritte Vervollkommnung der Webestuhlkonstruktion wurde durch Einführung von speziellen Trittbrettern (Pedalen) zum Emporheben der Schafte erreicht, und das ermöglichte die Arbeit mit Kräften nur eines Webers, anstatt zweier, zu vollbringen. Und schliesslich wurde auch die Qualität der Stoffe durch die Einführung des kammartigen Webblattes erhöht, denn das ermöglichte die Fäden des Gewebes regelmässig der ganzen Breite entlang zu verteilen.

Der vertikale Webstuhl war im Wesentlichen nur eine Art des vervollkommneten horizontalen Webstuhls. Die stehende Lage machte die linke Seite des Stoffes zugänglich, was für das Weben von bunten Stoffen von Wichtigkeit war, denn in diesem Falle wurde das Muster mit Hilfe einer Nadel, oder eines kleinen Schiffchens, eingewoben, und farbige Faden wurden mit einem besonderen Kamm eingeschlagen.

Diese Technik des Gobelin- oder Teppichwebens erscheint zuerst zur Zeit der XVIII. Dynastie; sie wurde bis zum Ende der altägyptischen Kultur betrieben.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. I, вып. 5

Т. Т. Рид

ЛИТЬЕ ЧУГУНА В ДРЕВНОСТИ [1]

(Один из периодов железного века)

Несмотря на огромную работу, проведенную по изучению истории железа, и на большое значение этого металла для археологических исследований как в географическом, так и историческом отношениях,— очень мало научных трудов посвящено истории открытия литья чугуна и значению этого процесса. Археологи и географы обычно мало знакомы с техническими процессами, а металлурги — с географическими и культурно-историческими сторонами проблемы.

Два современных автора-металлурга отстаивают неправильную, но широко распространенную точку зрения, согласно которой до средних веков чугунное литье известно не было. Дж. Ньютон Френд (J. Newton Friend) заканчивает свое исследование о „Железе в древности“ [2] „краткими замечаниями об открытии чугуна“. Открытие это он приписывает случайности при работе на германской Stückofen в средние века. В музеях, однако, имеется очень много образцов чугуна, относящихся к периоду более чем за тысячу лет до средних веков. Т. А. Рикард (T. A. Rickard) в своем труде „Человек и металлы“ говорит: „изготовление пушек и, особенно, изготовление пушечных ядер было главным стимулом к открытию чугуна“. [3] Потребность в дешевом металле для отливки пушечных ядер и пушек действительно привела к новому применению

[1] В связи с помещением в одном из металлургических журналов сообщения о работах профессора Колумбийского университета Т. Т. Рида по вопросам истории чугуна, Институт истории науки и техники обратился к проф. Риду с просьбой сообщить имеющиеся у него сведения о литье чугуна в Китае, так как одним из исследователей было высказано предположение, что эта техника могла проникнуть в Россию из Китая через посредство татар. В ответ на запрос Института проф. Рид любезно прислал Институту корректурный оттиск своей статьи по этому вопросу, печатающейся в „Geographical Review“, и сообщил о согласии Американского Географического общества на одновременное опубликование этой работы в „Архиве истории науки и техники“. Институт истории науки и техники пользуется случаем выразить свою благодарность проф. Риду и Американскому Географическому обществу.

[2] „Iron in Antiquity“, Лондон, 1926.

[3] „Man and Metals“, 2 тома, Нью-Иорк и Лондон, 1932; см. том II, стр. 837.

чугуна, в то время как Stückofen давал возможность удешевить его. Но для других целей чугун применялся более чем за тысячу лет до этого времени.

МЕТАЛЛУРГИЯ ЖЕЛЕЗА

Необходимо дать краткие пояснения для читателей, незнакомых с металлургией железа. Как всем известно, окиси железа широко распространены в природе, и часто встречаются месторождения, содержащие миллионы тонн таковых. Если окись железа нагреть до сравнительно низкой температуры (темнокрасное каление) в присутствии избытка углерода, то окись восстанавливается в металл (если имеется в наличии более чем предельное количество двуокиси углерода, то или восстановления не произойдет или же железо вновь перейдет в окись).

Продуктом такого процесса будет мягкое чистое железо, которое не может быть расплавлено в небольшой печи, так как его точка плавления—1530°Ц. Если же держать железо в течение некоторого времени при высокой температуре, в соприкосновении с углеродом, то железо поглотит углерод, подобно тому как пропускная бумага поглощает чернила (металлургический процесс поглощения углерода сложен, но эта аналогия здесь вполне достаточна для наших целей). С увеличением содержания углерода точка плавления железа понижается, достигая минимума в 1170°Ц, когда содержание углерода достигает 86 фунтов на тонну железа. Такой металл есть твердое хрупкое вещество, известное под названием чугуна. Как только содержание углерода превышает 5—10 фунтов на тонну железа, металл, хотя все еще мягкий и ковкий, при медленном остывании приобретает, если его погрузить в холодную воду или масло, значительно увеличенную твердость и превращается в сталь. Современная сталь производится восстановлением железной руды в доменной печи до металла—чугуна, содержащего от 70 до 100 фунтов углерода на тонну. Углерод удаляется в печи, обладающей достаточно высокой температурой для поддержания чугуна в расплавленном состоянии. Требуемое количество углерода добавляется (меньше, чем 20 фунтов на тонну, за исключением производства инструментальной стали), сталь отливается в болванки и, наконец, прокатывается.

Повидимому, мягкое, чистое железо,[1] являвшееся нормальным продуктом примитивной печи, ковалось для придания желаемой формы, а затем нагревалось в древесном угле для поглощения углерода—процесс, подобный современному процессу цементации. Этот процесс оставляет внутренность мягкой и вязкой (свободной от углерода), тогда как наружная поверхность поглощает столько углерода, что она может стать

[1] Вполне возможно, что кузнецы часто оставляли железо в восстановительной печи достаточно долго для того, чтобы оно могло поглотить количество углерода, нужное для затвердевания при охлаждении, после выковывания в форму.

твердой при погружении в воду в нагретом докрасна состоянии. Вероятно, потребовались столетия эмпирических исследований, чтобы научиться регулировать содержание углерода. Сущность явления не была понята; первобытные кузнецы знали только, что в случае правильного проведения этого процесса им иногда удавалось получать хороший металл. Следует заметить, однако, что несмотря на разнообразие применяемого сырья кузнецы умели получать металл достаточно высокого качества. Высококачественное железо было дорого, вероятно, много дороже, чем бронза, обрабатывать которую гораздо легче для рабочего, не понимающего сущности процесса.

ЛИТЬЕ ЧУГУНА В АНТИЧНОМ МИРЕ

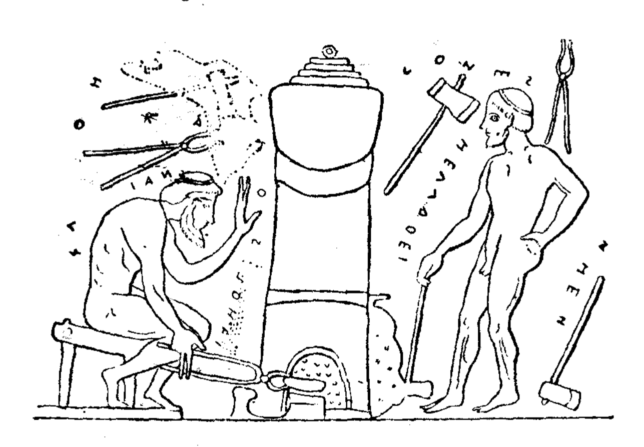
Совершенно несомненно, что очень мало чугуна появлялось в Европе и Западной Азии до средних веков, хотя бронзу там отливали в течение, по крайней мере, трех тысяч лет. Ошибка многих авторов, считающих, что чугун не производился до того времени в этой части света, вызвана, повидимому, немецкими коментаторами Павзания полвека тому назад. Павзаний говорит: [1] „Феодор Самосский (VI век до н. э.), который изобрел способ лить (διαχέαι) железо и выделывать из него статуи". Г. Блюмнер (H. Blümner), написавший статью о железе в энциклопедии Pauly-Wissow'ы, и Хитциг (Hitzig), издавший труд Павзания, замечают: „Eisen lässt sich nicht giessen" (железо не льется). Повидимому, в то время в Германии было принято считать, что Павзаний делал много ошибок, но позднейшие исследователи реабилитировали его.

В общем можно сказать, что в распоряжении Блюмнера были следующие данные: Аристотель, [2] писавший за два века до Павзания очевидно, был хорошо знаком с плавкой железа. Павзаний говорит (IV, 31 : 10) о железной статуе Эпаминонда, о железном троне Пиндара (X, 24 : 5) о статуе Геркулеса работы некоего Тизагора, о голове льва и о диком кабане из железа (X,18 : 6) и, между прочим, замечает: „Изготовление статуй из железа является самым сложным и требующим величайшего труда делом. Поэтому работа Тизагора (кто бы он ни был) замечательна". Плиний, писавший приблизительно на два века позднее Павзания, говорит: „ferreus Hercules, quem fecit Alcon" (железный Геркулес, которого сделал Алкон) [3] и так как эти слова находятся в конце главы об отливке бронзовых статуй, большинство переводчиков полагало, что он говорит о чугунной статуе. Однако утверждение Плиния (XXXVI, 41, 146): „mirumque cum excoquatur vena aquae modo liquari ferrum, postea in spongeas frangi" озадачивало переводчиков. Я считаю, что оно разъясняется книгой XXXIII, 30 : 94, где говорится,

[1] Описание Эллады, III, 12, 10.
[2] Meteorologica, IV, 6.
[3] Historia Naturalis, XXXIV, 40, 141.

что сосновые поленья дают наилучший огонь для плавки меди и железа; здесь Плиний употребляет глагол fundo, тогда как, говоря о восстановлении железа из окиси железа (XXXIV, 41, 142 и 146), он пользуется глаголом excoquo. Сам Плиний, очевидно, не был хорошо знаком с металлургией железа и неясно изложил (а может быть и неясно понимал), что при выделывании твердой глыбы железа из руды иногда получается некоторое количество жидкого металла. Однако, слова Плиния, повидимому, не дают основания сомневаться в том, что римляне могли плавить железо, а иногда и делали это.

Рисунок железоплавильной печи на древней греческой вазе, показанный на фиг. 1, аналогичен нескольким другим дошедшим до нас рисункам. Всякий металлург с широким кругозором согласится, что эта печь представляет собой приспособление, в котором можно, при желании, расплавить железо. Он рискнет, пожалуй, высказать мнение, что, пользуясь этой печью для производства „криц", рабочие иногда получали некоторое количество жидкого металла, даже не стремясь к этому. Известно также несколько кусков чугуна, которые предположительно датируются греческой и римской эпохами. Имея в своем распоряжении такие данные, Блюмнер все-же упорно настаивал на том, что ни греки ни римляне не умели плавить железо, но с его аргументацией трудно согласиться. Авторитет его, однако, был так велик, что позднейшие авторы в общем приняли его выводы.



Фиг. 1. Железоплавильная печь (греческая вазовая живопись).

ЛИТЬЕ ЧУГУНА В ДРЕВНЕМ КИТАЕ

Перед тем как перейти к обсуждению вопроса о том, почему греки и римляне редко употребляли чугун, мы должны познакомиться с литьем чугуна в Китае. Для этой страны мы имеем неопровержимые свидетельства в виде существующих до настоящего времени чугунных предметов. Самый большой из них,—чугунный лев, около 20 футов высоты и 18 футов длины, который стоит вблизи железной дороги Тянь-цзин — Пукоу, у Цзан-чжоу, вероятно, является самой большой чугунной статуей, когда-либо сделанной. Работник библиотеки Конгресса Артур Гаммель (Arthur W. Hummel) любезно перевел для нас следующий отрывок из напечанной в 1603 г. истории этой местности: „Когда

(император) Ши-Цзун вел войну против кидан и стоял лагерем в древнем Цзан (Чжоу), жил человек, который, хотя и совершил преступление был искусен в литье металлов. Он отлил льва для охраны города и (благодаря этому) получил прощение за свое преступление. Этот лев—17 (китайских) футов высоты и 16 футов длины. Однажды ночью местные жители вырвали хвост и часть брюха, и до сего дня эти части отсутствуют".



Фиг. 2. Чугунный лев, отлитый в 954 г. н. э. в Цван-чжоу.

Ши-Цзун победил кидан в 954 году н. э., и А. Гаммель добавляет: „Я считаю, что этот год может быть с достаточной вероятностью принят за точную дату отливки статуи".

В Бин-дин-чжоу (провинция Шань-си) имеется большой чугунный колокол, датированный 1079 г. н. э. В Цинь-су, в десяти милях на юго-запад от Тай-юань-фу (Шань-си) имеется железная статуя больше чем в человеческий рост, надпись на который гласит, что она была отлита в 1097 г. н. э. Четыре подобные статуи у храма в День-фынь-сяне (провинция Хо-нань), ясно датированы 1213 г. н. э. В „Зале тысячи Будд" в Суань-чун-су, приблизительно в тридцати милях на юго-запад от Тай-юань-фу, в 1920 г. было 225 чугунных Будд около тридцати дюймов высоты каждый. Камень в стене залы дает дату 823 г. н. э., но Б. Токива (B. Tokiwa)[1] считает, что, судя по их внешнему виду, эти статуи были отлиты в период от 960 до 1127 гг. н. э. В том же храме имеется каменная плита, которая



Фиг. 3. Чугунный колокол, отлитый в 1079 г. в Бин-дин-чжоу.

[1] Buddhist Monuments of China, Токио, 1928; см. т. 3, стр. 2—3.

гласит, между прочим, что некий Чанг пожертвовал в храм статую Майтрея в 738 г. н. э.

В 1909 г., при раскопках могилы династии Хань, в Шен-си была найдена чугунная печь. Печь эта описана[1] Бертольдом Лауфером (Berthold Laufer), который приобрел для музея Фильда ее и многие другие чугунные предметы, относящиеся к тому же периоду. Он также составил иллюстрированное описание чугунных[2] копий и мечей, которые он относит к периоду от 25 до 200 года н. э. Возможно, что это было оружие, использовавшееся при церемониях, так как чугун — плохой материал для военных целей. Королевским Онтарийским музеем археологии в Торонто (Канада) было также приобретено много китайских чугунных предметов, относящихся к периоду от 206 до н. э. по 220 г. н. э. Не может быть никакого сомнения в том, что эти предметы были отлиты; это подтверждается не только ясно видимыми следами форм на некоторых из них, но и результатами анализа и микроскопического исследования металла.

По литературным данным, появление чугуна в Китае относится по меньшей мере к VI веку до н. э. Лассен (Lassen)[3] говорит, что по словам Станислава Жюльена (Stanislaus Julien) жители Ферганы научились лить чугун во втором веке до н. э. от беглецов из китайских войск, но я не имел возможности до настоящего времени установить источник показания Жюльена. В Цзо-чжуане, которая была написана, как полагают, не позднее третьего столетия до н. э., рассказывается, что два государственных чиновника Цзина реквизировали 480 каттов (650 фунтов) железа для того, чтобы отлить трехгранную призму, на которой был написан уголовный кодекс. В Го-юй, считающемся собранием исторических анекдотов, часть которых должна быть отнесена не позднее, как ко второму столетию до н. э., а может быть к еще более раннему периоду, имеется описание культуры времени династии Чжоу (с XII по VI век до н. э.). В этом описании перечислены различные железные инструменты и орудия, необходимые для земледелия, работы по дереву и шитья. Не уточнено, были ли эти предметы сделаны из кованного железа или из чугуна, но так как и поныне там употребляются чугунные сошники, то можно, повидимому, предположить, что некоторые из них были чугунные, особенно потому, что бóльшая часть дошедшего до нас древнейшего китайского железа представляет собой образцы литья, а не ковки.

Хорошо установлен тот факт, что в 115 г. до н. э. китайское правительство захватило в свои руки железную промышленность и сде-

---

[1] The Beginnings of Porcelain in China. Field Museum of Nat. Hist Publ., 192, (Anthropol. Series, vol. 15, № 2), Чикаго, 1917, стр. 79—80 и табл. II.

[2] Chinese Clay Figures, часть I, там же, 177 (Anthropol. Series, vol. 13, № 2) Чикаго, 1914.

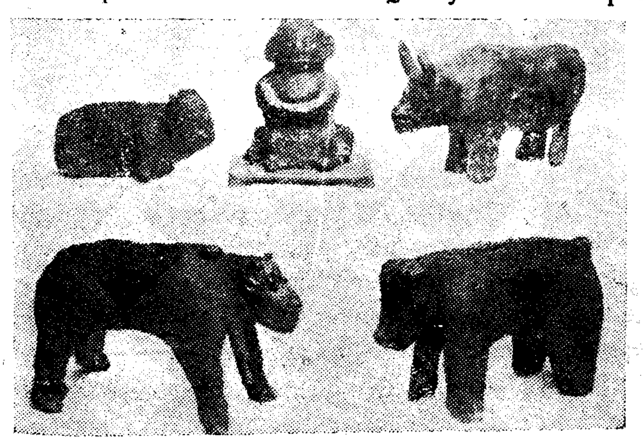
[3] Indische Altertumskunde, 2-е изд., Лейпциг, 1858—1874; см. т. II, стр. 620.

лало ее государственной монополией. Различные промышленники, „накопившие княжеские состояния“, упомянуты поименно. В Янь-те-луне же,[1] являющемся отчетом о заслушании императором Чжао в 81 г. до н. э. петиции об уничтожении монополии, одним из аргументов, приводимых Великим Секретарем в защиту петиции, является то, что подданные, приобретающие такие богатства, склонны к бунту против государства. Это можно считать доказательством расцвета железной индустрии в Китае во II веке до н. э. Имеются многочисленные указания на то, что одним из главных применений железа была выделка чанов для выпаривания соли из морской воды и, насколько можно проникнуть в глубь веков, чаны эти всегда были чугунными. Некоторые из свидетельств упомянутого выше текста ясно доказывают, по моему мнению, что каменный, а не древесный уголь применялся при производстве чугуна.



Фиг. 4. Чугунная статуя, отлитая в 1097 г. н. э. в Цинь-су.

Приведенные выше доказательства того, что литье чугуна было бесспорно известно китайцам уже во втором веке до н. э., а может быть и раньше VI века до н. э., могут быть теперь сопоставлены с утверждением Павзания о том, что Феодор Самосский изготовил впервые чугун в Греции в VI веке до н. э. Сразу же встают два вопроса. Первый: научились ли китайцы от греков лить чугун или, наоборот, греки от китайцев,— если предположить, что это есть случай культурного заимствования? Второе кажется более вероятным, так как китайцы изготовляли много чугуна, а греки—очень мало. То и другое допущение предполагает, однако, наличие более ран-



Фиг. 5. Чугунные предметы из китайских гробниц, датируемые I в. н. э.

---

[1] Английский перевод части этого труда, сделанный Esson M. Gale, был напечатан в Лейдене в 1931 г. под заглавием „Discourses on Salt and Iron“.

них сношений между этими двумя народами, что не подтверждается достоверными свидетельствами. Второй вопрос: почему греки так редко применяли процесс литья чугуна после того, как они ему научились? Я предполагаю, что железо на Западе было дороже бронзы и труднее для обработки и поэтому редко употреблялось для литья.

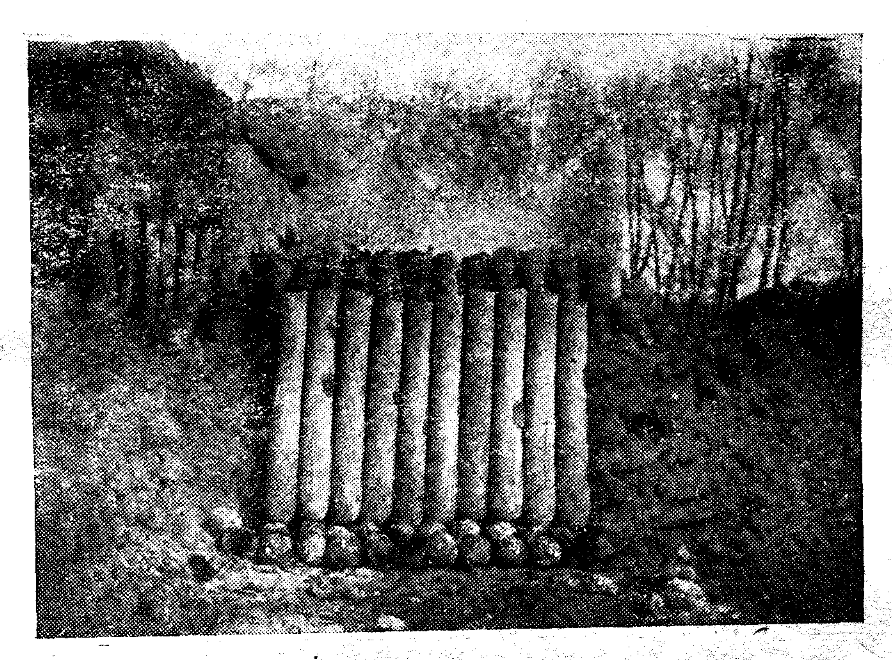
ОБРАБОТКА ЖЕЛЕЗА В ИНДИИ

О сношениях Индии с Китаем имеется обширная литература. Нас не интересует, когда эти сношения начались, так как у нас нет данных о значительном потреблении чугуна в Индии до XVIII столетия, когда литье чугуна было заимствовано из Европы. Единственный предмет, найденный в Индии, повидимому не древнее VIII или X века нашей эры; это—бесформенная 120-фунтовая глыба, которая, возможно, была выделана случайно. Анализ металла известной железной колонны в Дейли, относящейся к III или IV веку н. э. показал, что металл содержит менее двух фунтов углерода на тонну. Колонна, подобно ранним индийским пушкам, была несомненно сделана путем сплавления криц почти свободного от углерода металла. Встает другой вопрос: почему металлисты в Индии, находившиеся более 1000 лет в сношениях с Китаем, не научились у китайцев литью чугуна?

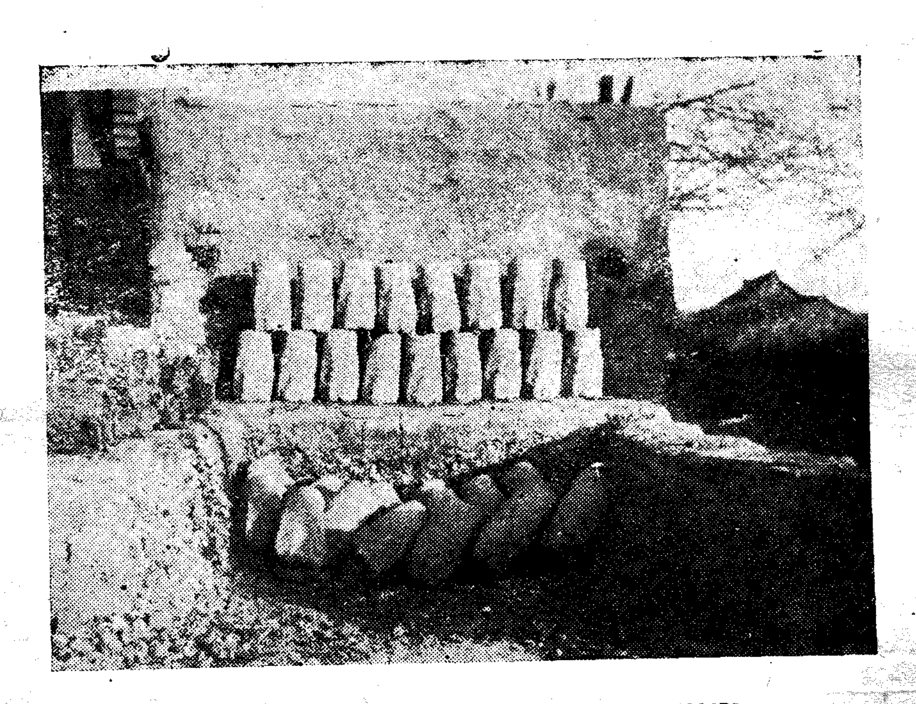
МЕТАЛЛУРГИЯ ЖЕЛЕЗА В ШАНЬ-СИ

Некоторые наблюдения, сделанные мною 24 года тому назад, могут, пожалуй, объяснить это. В то время я придавал этим наблюдениям только техническое значение. В начале 1910 г. я посетил вместе с С. H. Wang и F. N. Lu железный район в Бин-дин-чжоу, Шань-си (где в 1079 г. н. э. был отлит большой железный колокол) в целях изучения металлургических методов и сбора образцов сырых материалов и продукции.[1] Мы нашли, что туземцы добывают железо необычным методом. Руда восстанавливалась в тиглях (фиг. 6), а не в печи, подобной той, которая показана на фиг. 1. Печь на фиг. 1 работает на искусственном дутье, тогда как изображенная на фиг. 6 печь—естественным притоком воздуха. Когда тигель вынимается из печи, из него извлекается губчатая крица почти свободного от углерода железа, размером, приблизительно, с французскую булку, а также много более мелких кусков железа. Из ковкой крицы выковываются железные предметы, которые затем закаляются цементацией, если требуется особая твердость. Меньшие куски железа переносятся в тигли, показанные в поду печи на фиг. 7. Тигли раздуваются током воздуха, полученный расплавленный металл превосходно течет в формы и дает

[1] Подробный отчет о наших находках был опубликован в „Transactions of the American Institute of Mining Engineers" за 1912 г., т. 43, стр. 1—53.



Фиг. 6. Тигли для восстановления металла из руды (Бин-дин-чжоу).



Фиг. 7. Тигли и печь с дутьем для плавки железа.

предметы поразительной тонкости. Когда мы спросили рабочих, как они могут выделывать такие тонкие отливки, они объяснили это веществом, называемым ими hei-tu и обязательно прибавляемым к каждой шихте.

Исследование показало, что hei-tu было связано с применяемым углем и что оно содержало многочисленные кристаллы вивианита— фосфата железа. Как показал анализ угля, последний также содержал фосфор. Применяемая руда содержит только от ½ до 1% фосфора, и добытый из нее обычным способом чугун не должен был бы содержать свыше 1%. Законченные же отливкой изделия содержали от 5 до 7% фосфора, причем дополнительное количество было получено из угля и hei-tu. Тогда как я уже в то время понял, что именно содержание фосфора делало расплавленное железо жидким, только много лет спустя мое внимание было привлечено к исследованиям Вюста (Wüst) [1], который доказал, что точка плавления железа, содержащего 6,7% фосфора лежит у 980°Ц, или на 100°Ц ниже точки плавления меди и на 200°Ц ниже таковой железо-углеродного сплава, обладающего наинизшей точкой плавления.

Если китайцы 20 веков тому назад пользовались теми же методами, что и в 1910 г., то, повидимому, случайное присутствие фосфора в угле Шань-си и дало им возможность изготовлять металл, который плавился при достаточно низкой для литья температуре. Но, к несчастью для этой гипотезы, немногие имеющиеся анализы раннего китайского железа не обнаруживают высокого содержания фосфора; поэтому она остается лишь простой догадкой до тех пор, пока не будет опровернута или подтверждена дополнительными исследованиями. Даже если окажется, что добавка фосфора является сравнительно новым изобретением, все же общий метод предварительного восстановления руды в металл с последующей переплавкой в тиглях в печи с искусственным дутьем может служить достаточным объяснением того, почему китайцы, располагая обильными запасами местного топлива в виде каменного угля, могли столь дешево вырабатывать чугун, что он был экономичнее бронзы в повседневном обиходе. Надо помнить, что во всем древнем мире только в Китае железо восстанавливалось из руды каменным углем, а во всех других странах употреблялся древесный уголь. Первые известные нам на Западе попытки применения каменного угля, как топлива при обработке железа, были сделаны в Англии в XVIII в., но успех был достигнут только через сто лет. Каменный уголь часто бывает богат серой, которая соединяется с железом и понижает его качество. Уголь Шань-си, однако, отличается низким содержанием серы.

---

[1] W. H. Hatfield. Cast-Iron, 3-е изд., Лондон, 1928, стр. 58.

Это дает возможность ответить на вопросы, почему литье чугуна не перешло в Индию из Китая и почему греки и римляне так мало пользовались чугунным литьем: они не имели тех сырых материалов, которыми обладали китайцы, а китайские методы, примененные к их материалам, не дали бы таких же результатов.

СТАЛЬ В ИНДИИ И КИТАЕ

Хотя металлурги Индии не разработали литья железа, однако они первые открыли изготовление настоящей стали методом, известным ныне под названием тигельного. Они усовершенствовали оборудование своих печей настолько, что могли получать температуру, при которой железо, содержащее 1% или меньше углерода, могло быть расплавлено. Плавя почти свободное от углерода железо, получаемое восстановлением железной руды в присутствии как раз достаточного количества углерода, они вырабатывали сталь. Гораздо позднее тот же способ производства появляется в Европе, но, по словам современников, даже еще в середине XVIII века лучшая сталь импортировалась из Индии. Индийский метод остался совершенно неизвестным в Китае; вся применявшаяся там сталь производилась, повидимому, уже описанным методом цементации.

Только что сказанное дает, быть может, ответ на вопрос, который недавно озадачивал китайских ученых, а именно: почему железное оружие в Китае впервые появилось, повидимому, в долине Ян-цзы, хотя имеются данные о более раннем применении железа для других целей к северу и западу от этой области. W. H. Wêng объясняет это[1] тем, что железная руда в области долины Ян-цзы была лучшего качества и облегчала таким образом выделку хорошей стали. Хорошая сталь могла быть изготовлена из руды обеих областей, но мастера долины Ян-цзы несомненно применяли в качестве топлива древесный уголь. Благодаря этому устранялась хрупкость, придаваемая металлу фосфором каменного угля, идущего на топливо в Шань-си и Шень-си. Это, однако, приводит меня к дальнейшему предположению: я думаю, что первое использованное в названной области железо было, возможно, чугуном и что обработка криц в предметы из ковкого железа или стали была там позднейшей стадией, а не более ранней, как это несомненно имело место во всех других местностях земного шара.

Такая последовательность развития до сих пор, как кажется, еще никем не допускалась, однако, факты, рассмотренные здесь, а особенно чугунные мечи и пики, описанные Лауфером, безусловно заставляют считаться с этой гипотезой. Трудно представить себе металл, менее подходящий для изготовления мечей и пик, чем чугун, отличающийся

---

[1] Chui Chih Chi, Пейпин, 1930.

высоким содержанием фосфора. Выработка их из чугуна наводит на мысль, что местные мастера в то время не знали никакого другого способа изготовления этого оружия.

ОБРАБОТКА ЖЕЛЕЗА. ПЕРИОДЫ И МЕСТА ОБРАБОТКИ

Наше современное знание истории чугуна приводит скорее к отрицанию, чем к подтверждению общего мнения археологов, согласно которому восстановление железа из руды было открыто хеттами и его применение распространялось от них по древнему миру. В другом месте[1] я указал, что первой работой человека по металлу несомненно была механическая обработка находимых самородков, обычно меди или золота, в пригодные для применения предметы. Позднее человек научился сплавлять с помощью паяльной трубки маленькие куски металла так, чтобы получить массу достаточной величины для обработки. Это привело к открытию плавки, посредством которой металл получался из не-металла. Когда это открытие было сделано, плавильщики, естественно, стали испытывать каждый минерал, чтобы узнать, что можно из него получить. Добывание железа из руды могло появиться в несколько более поздний период, нежели добывание меди, олова и цинка, ибо последние могут быть легко извлечены при избытке двуокиси углерода, для железа же это представляет известные трудности. Эти знания, однако, были получены, вероятно, задолго до времени хеттов. Хетты же были, повидимому, первыми, научившимися регулировать содержание углерода в железе для производства металла, способного к затвердеванию.

К 600-му году н. э. производство ковкого железа было широко известно в Западной Азии, но до того времени там никто не плавил и не отливал чугуна. Повидимому, открытие литья чугуна произошло почти одновременно, но, вероятно, самостоятельно, в Европе и Китае. Несмотря на то, что между Китаем и Индией были оживленные сношения, литье железа не перешло из Китая в Индию. Более позднее искусство изготовления настоящей стали, открытое в Индии, также не перешло оттуда в Китай. Даже в Китае туземные методы производства железа в Юн-нане и Сы-чуане родственны методам Индии и существенно отличаются от методов, применяемых в Шань-си.

Отсюда, повидимому, можно заключить, что тогда как знакомство с обработкой железа иногда распространялось из одной области в другую, имевшую в основном аналогичные естественные условия, — вполне доказано, что методы, применяемые в данной географической области иногда, а быть может и обычно, являются результатом эмпирического исследования доступных сырых материалов. Это подтверждается современным примером. В Бутте (штат Монтана) полвека тому назад было

[1] Amer. Journ. of Archeology, 1934.

замечено, что обломки железа осаждают медь из рудниковой воды Этот факт привел к развитию практического метода производства меди, при полном незнании того, что это есть повторение способа, применявшегося китайцами, по крайней мере, с XIII века и давно широко распространенного в Европе.

Вообще представляется вероятным, что разных местах и в разное время люди изыскивали те или иные способы производства вместо того, чтобы научиться им у тех народов, которые раньше открыли эти способы и уже применяли их у себя.

T. T. READ

THE EARLY CASTING OF IRON

A Stage in Iron Age Civilisation

The above article is a translation from the proof sheets which were kindly sent us by the Author with the permission of the American Geographical Society before its publication in the „Geographical Review“ o that Society.

The Institute for the History of Sciences and Technics acknowledges his thanks to the Author and the American Geographical Society.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. I, вып. 5

М. А. Гуковский

ОЧЕРКИ ТЕХНИКИ ИТАЛЬЯНСКОГО ВОЗРОЖДЕНИЯ

I. РЕЗЬБА У ЛЕОНАРДО да ВИНЧИ

Техника „Итальянского Возрождения" безусловно может считаться совершенно неизученной. Не только не существует ни одной монографии, посвященной ей, но мы затруднимся даже назвать статью, которая ставила бы своей задачей хотя бы простое описание одного или нескольких частных явлений из области техники Италии XIV—XVI веков. В некоторых, более чем немногочисленных, работах, посвященных вопросам экономической истории, истории труда, истории цехов, вопросы техники попутно затрагиваются, но затрагиваются обыкновенно мимоходом, бегло и далеко не достаточно; так, даже одна из лучших работ в этой области — классическое исследование Дорена о шерстяном производстве Флоренции[1] — не идет дальше попутных упоминаний техники.

А между тем, вопрос о технике той эпохи, которую принято называть „Итальянским Возрождением", отнюдь не является маловажным вопросом. Наоборот, если признавать, что определяющим каждый исторический период является то, **как** производится, а не то, **что** производится на его протяжении (не признавать же этого, оставаясь на научной почве, невозможно), то необходимо полагать, что столь глубокие социальные, экономические, культурные сдвиги, которые произошли в Италии на протяжении интересующего нас периода, должны были иметь некий технический субстрат, должны были найти соответствие, а в некоторой степени и первопричину в сдвигах технических.

В другой работе[2] в порядке построения общей концепции Итальянского Возрождения мы высказывали убеждение в том, что именно технические сдвиги, бурные изменения, вполне заслуживающие названия рево-

---

[1] A. Doren. Studien aus der Florentiner Wirtschaftsgeschichte, Bd. I. Die Florentiner Wollentuchindustrie vom XIV. bis zum XVI. Jahrh. Stuttgart, Cotta, 1901.

[2] М. А. Гуковский. К вопросу о сущности так называемого Итальянского Возрождения. Сборник Академии Наук СССР „Памяти Карла Маркса". Л., 1933, стр. 733—755.

люции, в сфере производства двух основных отраслей феодального хозяйства — агрикультуры и городского ремесла — были одной из главных движущих сил Возрождения. Мы уверены в том, что то принципиально новое соотношение классовых сил (связанное с, может быть, первой в мировой истории вспышкой классовой борьбы в ее капиталистической конфигурации — пролетарий, владеющий только своим трудом, versus капиталист, владеющий средствами производства), — которое вызвало, как вторичное явление, невиданный расцвет в области культурной — от Данте до Тассо, от Джотто до Микель-Анджело, от Леонардо Фибоначчи до Галилея, от Арнольда Брешианского до Бруно, не могли иметь своей первопричиной только глубокие изменения в сфере обмена (а такова обычная точка зрения на Возрождение), но должны были стоять на твердой производственной базе.

И действительно, если мы, даже по имеющимся более чем скудным и поверхностным данным, попытаемся вспомнить, что произошло в области техники в период разложения феодализма — или, иначе, в период зарождения капитализма, — то мы должны будем отметить, что буквально во всех ведущих для того времени отраслях техники происходят решающие сдвиги. В наиболее развитом и наиболее важном для эпохи текстильном деле мы видим появление самопрялки, усложнение и усовершенствование ткацкого станка, первые попытки автоматизации основных процессов, углубление химической обработки. В энергетике как раз в это время осуществляется постепенно все более всеобщий и потому все более важный переход от использования силы живых существ к использованию сил природы — ветра и, главным образом, воды, которая, работая на усовершенствованном верхнебойном колесе, создает новую энергетическую базу всей промышленности. В металлургии, в тесной связи с революцией в энергетике, мы являемся свидетелями перехода от сыродутного способа непосредственного получения черных металлов из руды к современному — решающему для всей европейской техники и до настоящего времени — переделочному способу, перехода от молотовой обработки тестообразной крицы к литью чугуна и переделке его на сталь и железо, перехода, наконец, к эмбриону современной домны. О порохе, компасе и печатном станке, историческое значение каковых в общем развитии техники весьма велико, мы здесь не говорим, поскольку они не относятся непосредственно к области промышленной техники. Если же оставаться в пределах последней, то мы должны будем констатировать, что все отмеченные нами выше явления (технические сдвиги в области текстиля, энергетики, металлургии) происходят на почве Южной Европы, причем Италия, ее промышленные и торговые города сыграли, либо в их рождении, либо в их развитии, решающую роль. Правда, положение это, при современном состоянии вопроса, не может быть ни сколько-нибудь детализировано, ни вполне обосновано — слишком фрагментарны изве-

стные нам факты, слишком неравномерно и случайно изучены в отношении техники разные территории, но в такой самой общей форме оно почти не вызывает сомнений. Достаточно вспомнить материал по текстильному делу, приводимый хотя бы в той же цитированной выше книге Дорена, или же знаменитое описание в трактате Филаретэ домны с ее гидротехнической аппаратурой или, наконец, литературу первых в Европе технических трактатов — от Мариано и Фонтаны до Бирингуччио.

Если же, действительно, Италии принадлежит ведущая роль в области технических сдвигов XIII—XVI веков, то постулированная нами в начале связь между явлениями социального, экономического и культурного порядка и явлениями техническими становится еще более очевидной; становится ясным, что это время мы можем условно характеризовать как первую, монтировочную, но уже вполне серьезную репетицию промышленной революции со всеми свойственными последней чертами — техническим переворотом во всех отраслях техники — в первую очередь в ведущих: текстиле, энергетике и металлургии, с глубоким социальным расслоением на противостоящие друг другу классы — пролетариат и капиталистов, с первыми кровавыми вспышками борьбы между этими классами, с широко идущими и может быть наиболее заметными изменениями в области экономической и с последующими изменениями в области политической и культурной. Само собою разумеется, что называя Итальянское Возрождение первой репетицией промышленного переворота мы отнюдь не предполагаем впадать в свойственную многим буржуазным историкам грубую модернизацию изучаемой нами эпохи, — наоборот, мы постоянно имеем в виду все историческое своеобразие этого первого переломного момента между феодализмом и капитализмом, момента, который имеет еще такое подавляюще большое количество черт чисто феодальных.

Однако, как мы отмечали уже выше, все сказанное является только далеко не обоснованным постулатом, только более или менее вероятной догадкой до тех пор, пока мы не изучим детально и конкретно технику интересующей нас эпохи, не восстановим по первоисточникам определяющего всю ее физиономию способа производства. Сделать же это, принимая во внимание ранее отмеченную уже неизученность вопроса, очень и очень не легко. Особенно трудно осуществима эта задача в условиях недоступности первоисточников, накопленных в громадных количествах в архивах и библиотеках Италии и почти полностью отсутствующих в СССР.

Именно этими специфическими трудностями определяются основные отличительные черты настоящей статьи — ее фрагментарность и чрезвычайная узость трактуемой ею темы. Сразу приступить к более широкому полотну не представлялось возможным, почему и пришлось ограничиться рассмотрением одного конкретного вопроса, утешая себя

тем, что, изучив ряд таких конкретных и весьма частных тем, может быть удастся подойти и к более широким обобщениям.

* * *

Техника Итальянского Возрождения, как и техника любой другой эпохи, может и должна быть изучена в двух направлениях и по двум родам источников — в направлении реальной технической практики и в направлении технической теории. Если даже в наше время эти два направления не вполне совпадают, то в эпоху, еще в основном глубоко феодальную, между ними лежит целая пропасть. Первое: техническая практика для своей реконструкции требует в первую очередь и главным образом изучения первоисточников документального, актового порядка — кропотливой и мелочной работы собирания мимоходом брошенных в различных цеховых статутах, законодательных и судебных памятниках, личных переписках и хрониках замечаний, сопоставления их друг с другом, отбора важнейшего и наиболее характерного и, наконец, составления из полученных отдельных мелких камешков сложной мозаичной картины. Второе: техническая теория изучается гораздо легче, путем исследования отдельных дошедших до нас полностью или фрагментарно технических сочинений, но приобретает реальный научный интерес только после хотя бы поверхностного и предварительного сопоставления с современной ей технической практикой, так как теория интересна для нас главным образом в своем соотношении с определяемой ею и определяющей ее практикой.

В настоящей статье мы ставим перед собою задачу именно второго рода — восстановить теорию нарезки резьбы, данную в технических записях Леонардо да Винчи, и ставим, насколько это возможно (а возможно это в далеко не достаточной степени), вопрос о том, насколько эта теория соответствовала практике конца XV века и начала XVI века. При этом необходимо иметь в виду, что проблема соотношения между теорией и практикой, вообще, как мы уже говорили, весьма важная для техники Возрождения, приобретает особый интерес и значение при рассмотрении технического творчества Леонардо да Винчи.

Дело в том, что Леонардо не оставил после себя ни одного вполне законченного произведения.[1] Все его литературное наследие состоит из более или менее разрозненных записей и зарисовок, в которых виденное и заимствованное из реальной действительности произвольно и почти совершенно неразделимо перемешано с собственными изобретениями, конструкциями, предложениями. Нам доподлинно известно, — хотя бы из леонардовских замечаний вроде; Modo del

[1] Краткую характеристику литературного наследия Леонардо см. в моей научно-популярной статье: „Леонардо да Винчи как ученый“, журнал „Природа“, 1934 г., № 7, стр. 52—57.

ponte levatoio chemi mostrò Donnino (M. 53 v), — что многие из удивительно совершенно выполненных леонардовских чертежей не являются его изобретениями, т. е. относятся не к области технической теории, а к области технической практики, но мы до сего времени не знаем, какие именно его чертежи относятся к одной и какие — к другой области. К сожалению, занимавшиеся до сего времени изучением технической деятельности Леонардо исследователи, благодаря ли ее трудности или по другим каким-либо причинам, не только не ставили перед собой задачи выяснения в технических записях Леонардо связи между теорией и практикой, но и нигде почти не поднимались до сведения воедино относящихся к одному и тому же техническому вопросу фрагментарных высказываний Леонардо, ограничиваясь просто переложением или передачей текста отдельных записей и воспроизведением рисунков, снабжаемых более чем жалким комментарием.[1]

Ввиду сказанного, мы в настоящей статье попытаемся свести воедино все высказывания Леонардо по вопросу о нарезке резьбы, излагая те из них, которые уже раньше были использованы другими исследователями, и приводя дословно в оригинале и переводе те, которые используются нами впервые, причем свести не просто механически, сопоставив рядом, а приведя их в некоторую внутреннюю, логическую связь между собой, и, наконец, попытаемся хотя бы только поставить вопрос о принадлежности отдельных из этих высказываний к области чистой теории, к области практики или же к некоему промежуточному виду.

Записи Леонардо да Винчи, имеющие отношение к винту, могут быть разбиты на три группы. К первой относятся те, которые можно, строго говоря, назвать заметками из области деталей машин, которые касаются теории винтовой нарезки. Ко второй относятся записи, трактующие о разметке резьбы, и, наконец, к третьей — записи, касающиеся изготовления резьбы. Прежде чем перейти, однако, к изложению каждой из этих групп в отдельности, мы должны уяснить себе, насколько широко, для каких целей и каких видов и размеров применялись винты во время технической деятельности Леонардо.

---

[1] Таковы: старая работа H. Grothe „Leonardo da Vinci als Ingenieur". Berlin, 1874. — Лучшая из всех—работа T. Beck'a. Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, 2. Aufl., Berlin, 1900, 3 главы каковой посвящены Леонардо; продолжение ее — в „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure". 1906 г., статья R. Marcolongo „Le invenzioni di Leonardo da Vinci" в журнале „Scientia" (1917), №№ 4 и 6, и наконец, особенно, очень распространенная и широковещательная, но исключительно пустая книга F. M. Feldhaus'a „Leonardo der Techniker und Erfinder", Jena. E. Diederichs, 1922. Теми же чертами отличаются и главы, посвященные Леонардо, в общих историях техники, хотя бы того же Фельдгауза, Эшера, Харта и др., и более узкие, монографические исследования по отдельным сторонам и объектам технической деятельности Леонардо.

Фельдхауз в своей, несмотря на все недостатки, все же наиболее полной справочной книге по технике докапиталистических формаций[1] отмечает спорадическое применение винта и как машины и как крепежного приспособления уже з древности, хотя и неоднократно оговаривает, что сколько-нибудь широкого распространения, особенно последнее, не имело. Только с XVI в. винт начинает широко применяться для крепления конской упряжи, огнестрельного оружия, пороховых рогов и т. п. (стр. 179—180).

Если это утверждение Фельдхауза правильно, а мы, хотя и не имея на сегодняшний день достаточного числа доказательств этому склонны полагать, что оно именно таково,—с некоторым, может быть, отодвижением времени широкого распространения винта на 50—70 лет позже,—то можно предполагать, что и во время Леонардо винт еще далеко не был широко распространенным предметом технического потребления, а, следовательно, и производства, хотя в некоторых отраслях и изготовлялся в довольно больших количествах.

Если мы рассмотрим металлическую промышленность [2] Милана, являвшуюся наиболее развитой количественно и качественно в Италии, а может быть и во всей Европе, то мы легко убедимся, что среди общего, сравнительно довольно большого количества изделий, выпускавшихся этой промышленностью, винт, как крепежное средство, применялся только в очень немногих.

В одной из записей Атлантического кодекса [3] (F. 324 r. b.) сам Леонардо в черновике письма к fabricieri (магистрат, заведующий постройкой) Пьяченцского собора дает следующее перечисление, очевидно, наиболее видных и значительных специальностей металлообработки: „chi è maestro da boccali, chi da corazze, chi campanaro, alcuno sonaglieri e ↔ insino a bombardieri“. [4]

Характерность этого списка подтверждается также и другими миланскими источниками, сообщающими, что в Милане кроме пользо-

---

[1] Мы имеем в виду его последний больщо сводный труд: F. M. Feldhaus. Die Technik der Antike und des Mittelalters. Wildpark-Potsdam, Athenaion, 1931, оценка какового была дана нами в двух рецензиях: в журнале „Сорена“, 1932, № 3, и в „Архиве истории науки и техники“, вып. I (1933).

[2] Здесь необходимо сразу оговориться, что слово „промышленность“ может применяться к металлическому производству даже Милана только в условном смысле, так как ни масштаб, ни техническая вооруженность, ни техническое разделение труда, ни социальная дифференциация не достигли в нем еще, повидимому, сколько-нибудь значительных размеров, хотя и превосходили довольно ощутительно средний феодальный уровень.

[3] Il Codice Atlantico di L. d. V. Trascriz. di G. Piumati, Milano. U. Hoepli, 1894—1903.

[4] В этом письме Леонардо, очевидно анонимно и довольно хитро, предлагает себя в качестве „Lionar fiorentino che fa il cavallo del duca Francesco di bronzo“ для изготовления бронзовых дверей собора и презрительно перечисляет ремесленников, которые обычно берутся за такие дела, чем объясняется саркастическая форма выражения chi è, chi é и т. п.

вавшегося мировой славой оружейного дела были широко развиты также мелкие металлические производства, в которых Милан конкурировал с Нюренбергом, в первую очередь производство колоколов (campane) и бубенцов (sonagli).[1]

Лет на пятьдесят позже, в своей знаменитой „Пиротехнии“,[2] Бирингуччио, перечисляя уже, чем Леонардо, разновидности занятий „кузнеца по железу“ — „Fabbro Ferrario“ (Cap. VI, Lib. IX), говорит:

„Chi è maestro solo di ferramenti grossi, come di ancore, ancudini, cathene da muraglie, o artigliarie, altri di vomari, uanghe, scurre, zappe, et altri simil ferri da lauorar la terra, ò da taglio rusticali, altri ferri piú gentili come coltelli, pugnali, spade, et altri armi da offender con le ponte e con tagli, altri far falci, et segne, altri sobbie, carpelli, ascie, trinelli e simili, altri serature, e chiavi, altri balestre, e schioppi, ed altri in far armi da defendere, e da armare le parti del corpo delli uomini, e più altre cose, che per concludere di tante sorti sono li maestri propri, quante sono le cose, che si fanno, o possono farsi di ferro.“

В этом списке если и не все термины нам вполне ясны, то во всяком случае группы предметов, к которым они относятся, не вызывают особого сомнения — это большие поковки (якоря, наковальни, цепи, оружие), крупный режущий инструмент (топоры, кирки и т. п.), более тонкие лезвия (ножи, кинжалы, шпаги), более тонкий режущий инструмент (серпы, пилы), мелкий режущий инструмент (скребки, коловороты), замки и ключи и, наконец, оборонительное оружие. Более или менее несомненно, что в кубках, колоколах, бубенцах и артиллерийских орудиях списка Леонардо и в наковальнях, цепях, земледельческих орудиях, клинках и проч. списка Бирингуччио, винты, как общее правило, не применялись или, если и применялись, то редко и случайно. Несколько сложнее дело обстоит с оборонительным оружием. Нам совершенно доподлинно известно, что во второй половине XV и в начале XVI вв. в ряде доспехов для скрепления шлема и нагрудника, для укрепления переднего и заднего копьевого крюков и подбородника при шлеме типа „салад“, наконец при усилении панцыря специальными накладками винт применялся нередко. Правда, почти бесспорно доказано, что винтовое крепление в оружии было не характерным для итальянских оружейников, применявших обыкновенно пластинку с особыми петельками, через которые продевалась шпонка, и для французских мастеров, применявших пряжки, но для германского оружия характерным было, очевидно, именно винтовое крепление.[3]

[1] См. например сведения, приводимые хронистом XIV в. Galvano Fiamma, передаваемые в работе E. Verga, Storia della vita Milanese. Milano, N. Moneta, 1931, p. 88.

[2] Я пользовался изданием „Pirotechnia del S. Vanuccio Biringuccio Senese“. Venetia. Apresso P. Gironimo Giglio, 1559.

[3] Приведенное разграничение констатировано C. Enlart в „Manuel d'archéologie française depuis le temps mérovingien jusqu'à la Renaissance“, t. III. Le costume. Paris. A. Picard, 1916, chap. V, и полностью подтверждается сохранившимися доспехами, провениенция которых точно установлена.

Но все же совершенно очевидно, что и в итальянском оружии чисто итальянского типа винтовое крепление могло применяться от времени до времени и что итальянские мастера не раз делали на экспорт оружие того типа, который применялся в стране, куда оружие должно было быть вывезено, — так, например, 14 октября 1413 г. начальник Миланской крепости пишет герцогу о том, что „eri zonse qui uno Todesco de Baxilea quale ha comprato molta quantitate de arme facta a la todescha che lui ha potuto havere, et imbalate et mandate via“,[1] что с несомненностью говорит за то, что в Милане изготовлялись вооружения „facte a la todescha“, германского образца, т. е., очевидно, вооружения с винтовыми креплениями, поскольку именно крепления были главными отличительными признаками оружия того или иного национального типа. А из этого с несомненностью следует, что крепежный винт небольшой длины в более или менее значительных количествах изготовлялся в многочисленных и по тому времени технически передовых оружейных мастерских Милана, хотя и не являлся ни в какой мере одним из ведущих продуктов этих мастерских, а наоборот, принадлежал к второстепенным спорадически применяемым и изготовляемым деталям.

Если таково было положение винта как крепежного средства, то винт, как механизм, передающий движение, применялся относительно более широко; притом несомненно, что в абсолютных цифрах количество таких винтов должно было значительно отставать от количества винтов крепежных, хотя бы уже просто потому, что самые механизмы применялись в XV в. далеко не часто. Если мы хотя бы бегло перелистаем технические эскизы Леонардо, то увидим в очень многих из них винт как механизм, передающий движение. Мы заметим его в замках и в бурильных машинах, в станках для насечки напильников и в осадных машинах. Всюду либо неподвижный вращающийся винт небольшого диаметра и значительной длины движет подвижную гайку, либо, наоборот, подвижный вращающийся винт вкручивается в неподвижную гайку, либо, наконец, винт используется как червяк для приведения в движение связанной с ним шестеренки.

Такое и только такое применение винта в различного рода военных машинах мы найдем в широко использованном Леонардо трактате о военном деле Роберта Вальтурия,[2] в „трактате об архитектуре“ Леона Баттиста Альберти[3] и, в теоретическом разрезе, у древних авторов[4] — в первую очередь у Герона и у Паппа, знающих винт только

[1] Emilio Motta. Armaiuoli Milanesi nel periodo Visconteo-Sforzesco. Doc. N. 113. Archivio Storico Lombardo, A. XLI, f. I—II (1914), p. 216.

[2] Я пользовался изданием с титулом „En tibi Lector Robertum Valturium ad illustrum heroa Sigismundum Pandulphum Malatestam Ariminensium regem, de Re Militari Libris XII... Parisiis. Apud Chr. Wechelum. MDXXXIII“.

[3] Della Architettura libri dieci di Leon Battista Alberti, trad. di C. Bartoli. Milano, MDCCCXXX. L. VI, cap. VIII.

[4] В механических работах, названных в прим. 2 на стр. 303.

как приспособление для передачи движения, как машину, но отнюдь не как крепежное средство.

Здесь необходимо отметить, что в известном сочинении французского инженера Якова Бессона, относящемся к середине XVI в.,[1] в первой таблице рядом с циркулем и линейкой изображены винт, гайка, бумажная лента и напильник (см. фиг. 1), причем текст чрезвычайно выразительно говорит следующее:

„Hic primum occurrunt sex consideranda instrumenta, quorum duo quae spectant orientem sunt circinus et regula, ex quibus tota mathematum praxis pendet, duo proxima sunt cochleae partes una mas quam interiorem dicemus, altera quae hic verget ad meridiem foemina, quam dicemus partem exteriorem, et reliqua duo occidentalia quibus fit cochlea: quae sunt praecipua totius huius libri instrumenta et quae ad reliquas figuras magnum usum praestant.“

Из этого текста явствует, что уже к середине XVI в. винт реально стал одной из основ машиностроения настолько, что в трактате, посвященном именно последнему, он помещен на первой странице, как „главнейшее приспособление всей этой книги“. Из просмотра самой книги следует, что винт, как приспособление, передающее движение, действительно участвует в большей части станков Бессона.

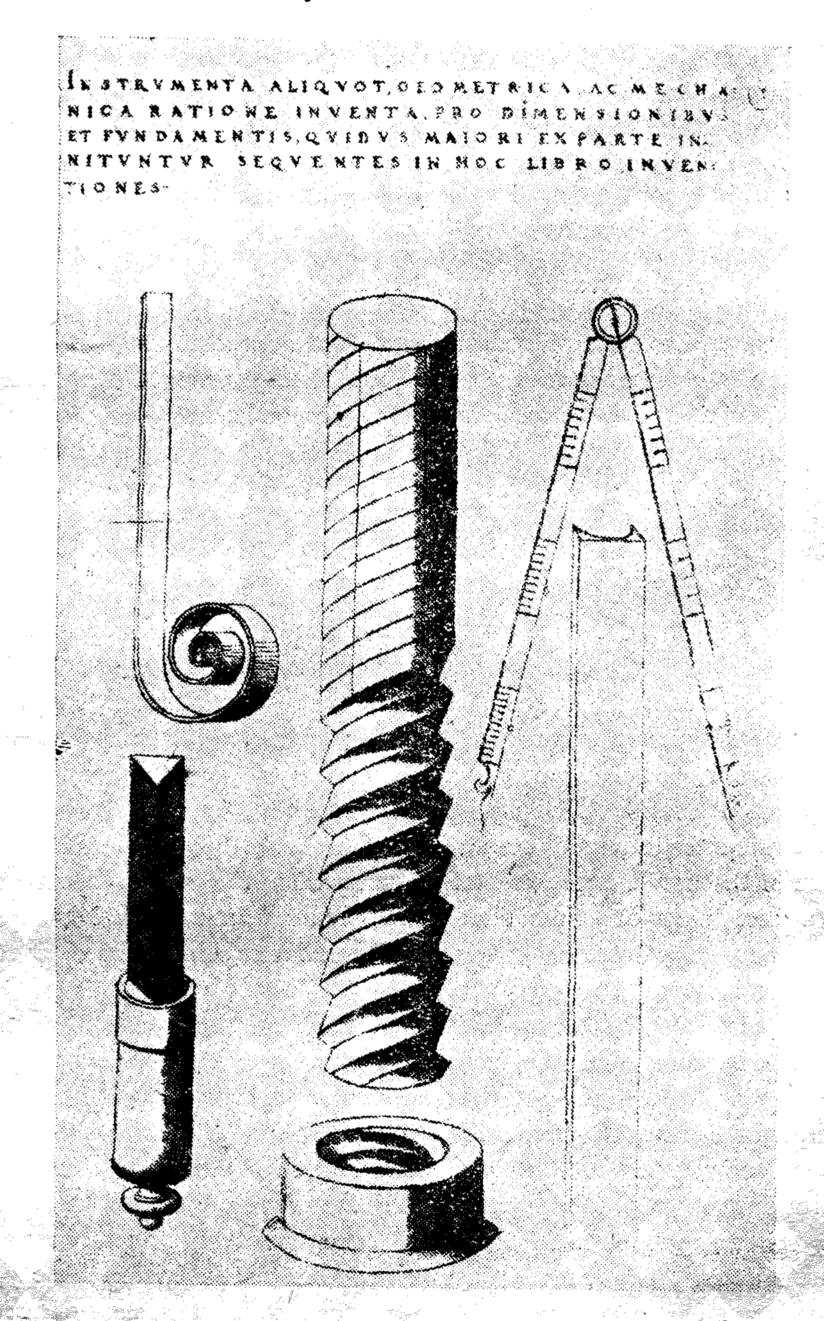
Таким образом, во время технической деятельности Леонардо винт применялся и, следовательно, изготовлялся и как крепежное средство — небольшой длины, в сравнительно больших количествах, хотя и спорадически, и как механизм, передающий движение — значительной длины, в количествах небольших, но повсеместно там, где применялись машины. Совершенно естественно, что Леонардо да Винчи, интересовавшийся всякой технической проблемой, попадавшейся ему под руки и имевшей сколько-нибудь актуальное для его времени значение (а иногда такого значения и не имевшей, как, хотя бы, аэроплан), неоднократно задумывался и над проблемой теории и над проблемой изготовления винта.

В области теории винта мы имеем несколько замечаний в Атлантическом и в других кодексах, но замечания эти настолько разрознены и отрывочны, что не дают возможности восстановить сколько-нибудь полно представления Леонардо.

Если мы все же попробуем расположить эти высказывания в логическом порядке, то обнаружим, что Леонардо ставил перед собой многие из вопросов, на которые дают ответы современные курсы „деталей машин“, но отвечал на них, конечно, в соответствии с уровнем своих механических знаний, то есть часто неуклюже, элементарно и даже просто неправильно.

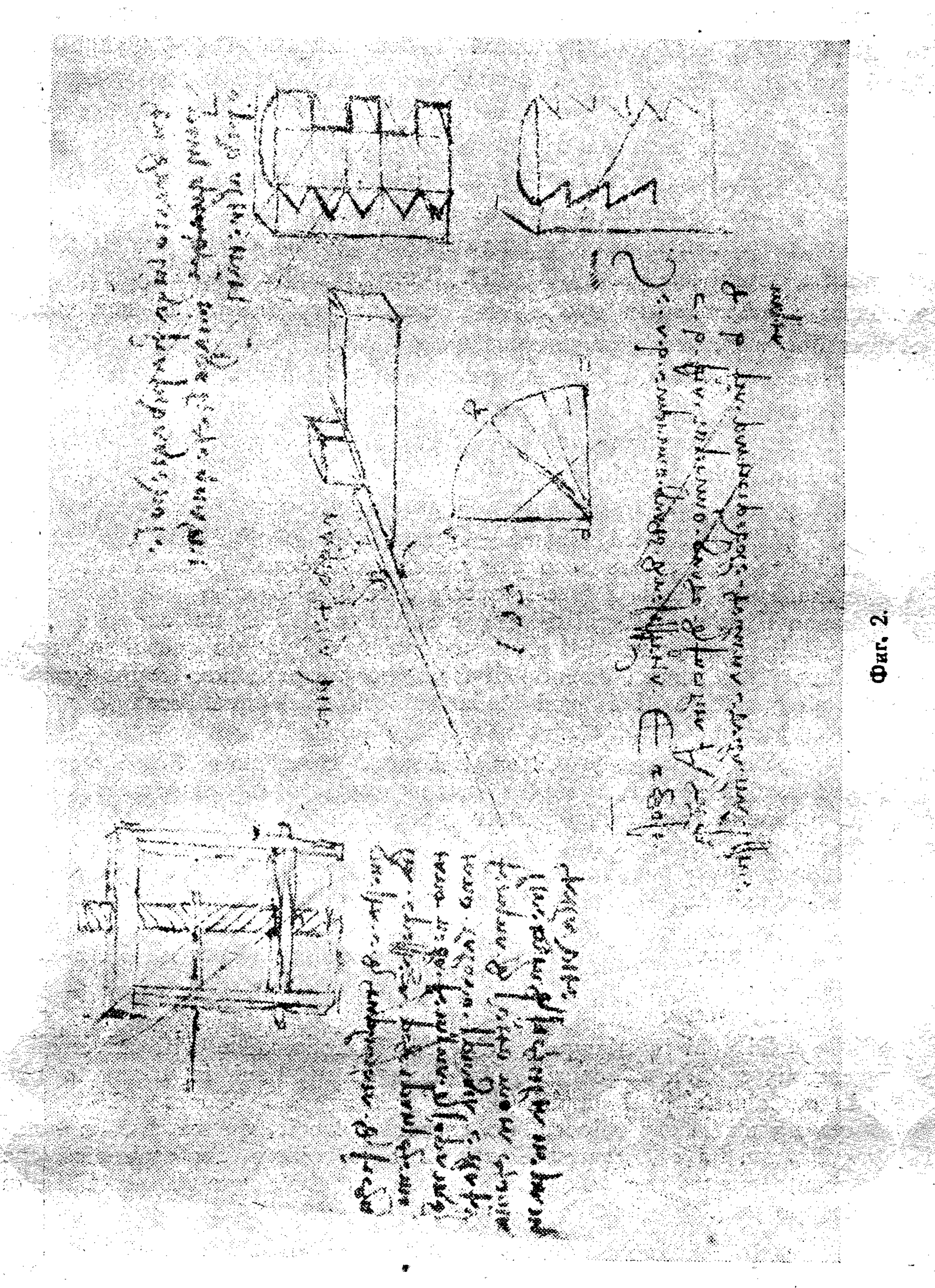
[1] Я пользовался изданием: „Theatrum Instrumentorum et Machinarum Jacobi Besson Delphinatis Mathematici ingeniosissimi cum Franc. Beroaldi figurarum declaratione demonstrativa. Lugduni ap. Barth. Vincentium. MDLXXVIII.

На листе 75 r. a. Атлантического кодекса Леонардо дает схему механического действия винта, приравниваемого, как это делается и сейчас и как это делали уже античные авторы, к наклонной пло-



Фиг. 1.

скости или клину. К сожалению, кроме надписи „сущность винта" никакими другими объяснениями этот рисунок не снабжен (фиг. 2). К наклонной же плоскости сводит винт и не вполне понятное место



Фиг. 2.

69 r., которое рядом с рисунком дает следующий маловразумительный текст: „Quanto più s'allegerisce l'una delie stremit'á dell'asse tanto piú s'agraua· la cosa sopra quella tirata e questo e lo esenplo delia vite" то есть: „чем более облегчается один из концов доски, тем более тяжелой делается вещь, тащимая по ней; пример этому мы имеем

в винте". Если мы сравним эту обратную формулировку сущности винта, данную Леонардо, с путанной и бессмысленной формулировкой Альберти, приведенной им в вышецитированном месте, то убедимся, насколько выше стоит теоретик конца XV века по сравнению с теоретиком начала того же века. На названной выше странице 75 Атлантического кодекса мы находим сравнение между треугольной и прямоугольной резьбой, разъясняемое рисунком (фиг. 2, сверху) и следующим текстом: „La vite d'un braccio iunga fia piú agevole co'sua pani triangoli che quadri, perchè son piú altrettanti". „Винт длиной в локоть будет более удобным с треугольным зубом, чем с прямоугольным, так как число первых больше", что в общем правильно.

На листе 14 г. а. Атлантического кодекса, почти целиком посвященном резьбе (об этом листе нам еще придется говорить ниже), мы находим следующие чрезвычайно яркие и удачные и, насколько нам известно, не использованные еще ни одним исследователем, характеристики прямоугольной и трехугольной резьбы:

„Vite di pani quadri — Questa vite e piú forte che veruna dell'altre e maggiore peso puó sostenere, imperochè avendo le viti comune ai lorpani 2 faccie, questa n'ha 3, e dove le viti universali hanno i lor pani larghi da piè e sottili e deboli da capo, questa, essendo uguali, son forti a un modo, e ho già veduto questa sperienza d'una vite comune, essendo di ferro, per un peso non troppo grande essersi rotti tutti i pani della chiocciola, la qual cosa non ne interverebbe a questa".

„Винт с прямоугольной нарезкой. Этот винт более крепок, чем любой другой, и может выдерживать больший вес, так как, в то время как обычный винт имеет в своей нарезке 2 поверхности, этот имеет их 3; и в то время как нарезка общепринятых винтов широка внизу и тонка и слаба вверху, эти, будучи равными, равномерно прочны. И я видел опыт с обычным винтом, который, хотя он был сделан из железа, под действием не слишком большого веса сломал всю нарезку гайки, что не случилось бы с этим винтом".

И дальше:

„Di pani in triangulo. Quest'è il modo delie viti universali e comuni, sebben ch'ella sia piú debole nè sua pani in triangulo che la passata ne' pani quadri, ella tira piú agevole, imperochè dove la quadra n'a la sua chiocciola a toccare 3 faccie, questa ch'è un triangolo, non ha a toccare se non 2, e veggiamo per esperienza che quanto meno tocca la chiocciola della vite, piú agevole porta il non troppo peso".

„О трехугольной резьбе. Это тип общераспространенного, обычного винта, хотя он и более слаб в своей нарезке, имеющей трехугольную форму по сравнению с вышеописанным винтом и его нарезкой, имеющей прямоугольную форму, но он тянет легче, так как, в то время как в прямоугольной гайка касается трех поверхностей, эта, имеющая трехугольный профиль, касается только двух. А мы на опыте видим, что чем меньше гайка касается винта, тем легче она несет не слишком большой вес".

Кроме чрезвычайно удачного и выпуклого сравнения между двумя видами нарезки, приведенные отрывки показывают, во-первых, наличие и, повидимому, не только в арсенале самого Леонардо, научного и притом экспериментального подхода к столь, казалось бы, узко практической проблеме как нарезка винта, во-вторых же, что обычной, широко распространенной во времена Леонардо была резьба трехугольная, а прямоугольная применялась сравнительно редко.

На листе 207 v. b. того же кодекса говорится: „La vite vuol tirare e non spignere, perché lo spignere torce il fusto a essa vite e'l tirare dirizza la vite torta", т. е. „Винт следует тянуть, а не толкать, так как толкание скручивает стержень винта, а тащение выпрямляет изогнутый винт".

На листе 267 r. a. того же кодекса мы находим попытку определить нагрузку на витки винта в случае, когда груз, подымаемый им, подвешен вне оси винта, попытку, идущую в правильном направлении, поскольку Леонардо пытался определить момент сил, действующий на ось винта, как это делается и сейчас.

На листе 381 r. a Атлантического же кодекса изображен и описан, — правда, не вполне ясно, — специальный станок для испытания винтов. Он состоит из горизонтальной, укрепленной на четырех ножках, станины, слева от которой укреплен шкив, а на верхней направляющей неподвижно стоит гайка. Подвергающийся испытанию винт кладется на верхнюю направляющую и ввинчивается в гайку. Затем по одну сторону гайки, обращенную к пустому концу станины, в винт вставляется градуированный рычаг с передвигающимся по нему грузом, к другой же стороне винта, обращенной к шкиву, привязывается нить, перекидываемая через шкив и также нагружаемая грузом. Объяснительный текст гласит:

„Un pane alla femina, e farai pruova con 2 e con 3 e con 4 e 5 e 6, e col medesimo peso e lieva, e attendi alla variazione. E fara pruova se la vite di sotto abbrevia il tempo o no col pari pane alle femmine dell'una che delia attra; e cosi si vuole fare pruova d'ogni ragion vite, cioé in 2 doppi, in 3, in 4, in 5, in 6. Vuolsi fare pruova d'una vite e d'una burbera di grossezza d'un ottavo di braccio, e a ciascheduna darai un braccio di lieva, e in testa a ciascuna dagli il peso di te, e vedrai la differenza di levare e notalo".

„Для того, чтобы испытать силу винтов: один виток в гайке и сделай испытание с двумя, и с тремя, и с четырьмя, и с пятью, и с шестью, и с тем же весом и рычагом и проследи за изменениями. И проверь на опыте, сокращает ли нижний винт (имеется в виду другой вариант, изображенный ниже) время или нет при равном числе витков в гайке одного и другого винтов. Также надлежит провести испытание всякого типа винтов, то есть с двумя двойными (что значит здесь doppi — единица меры или же двойная нарезка — неясно), с тремя, четырьмя, пятью и шестью. Надлежит произвести опыты с винтом и с гайкой, толщиной равными восьмой части локтя, причем каждому из них ты придашь рычаг длиной в один локоть, а в голове придай вес по своему усмотрению, после чего увидишь разницу в подъеме и заметь ее".

Описанный выше весьма подробно, но далеко не ясно, испытательный прибор был предназначен, очевидно, для определения силы, которую необходимо приложить к окружности винта для того, чтобы поднять определенную тяжесть, изображаемую грузом, подвешенным через шкив. Конструкция прибора сама по себе не представляет ничего особенно интересного, но зато исключительно важна и интересна сама мысль применения научной проверки даже столь простого механизма как винт.

Наконец, на листе 2 r кодекса E, Леонардо набрасывает чрезвычайно характерную программу изучения вопросов, связанных с винтом.

„Quesiti della vite — Dato che sia la potentia del motore e 'l peso del mobile insieme cholla grossezza della vite senplice si dimanda quanto e la lungezza della lieva. E dato la lungezza della lieva e la potentia del motore e del suo mobile si dimanda la grossezza della vite. E dato la grossezza della vite e'l lungezza della lieva si riciercha il peso del mobile. Hora ricercha nel libro delli elementi machinali e quivi troverai la difinitione della vite e cio che qui disopra si dimanda".

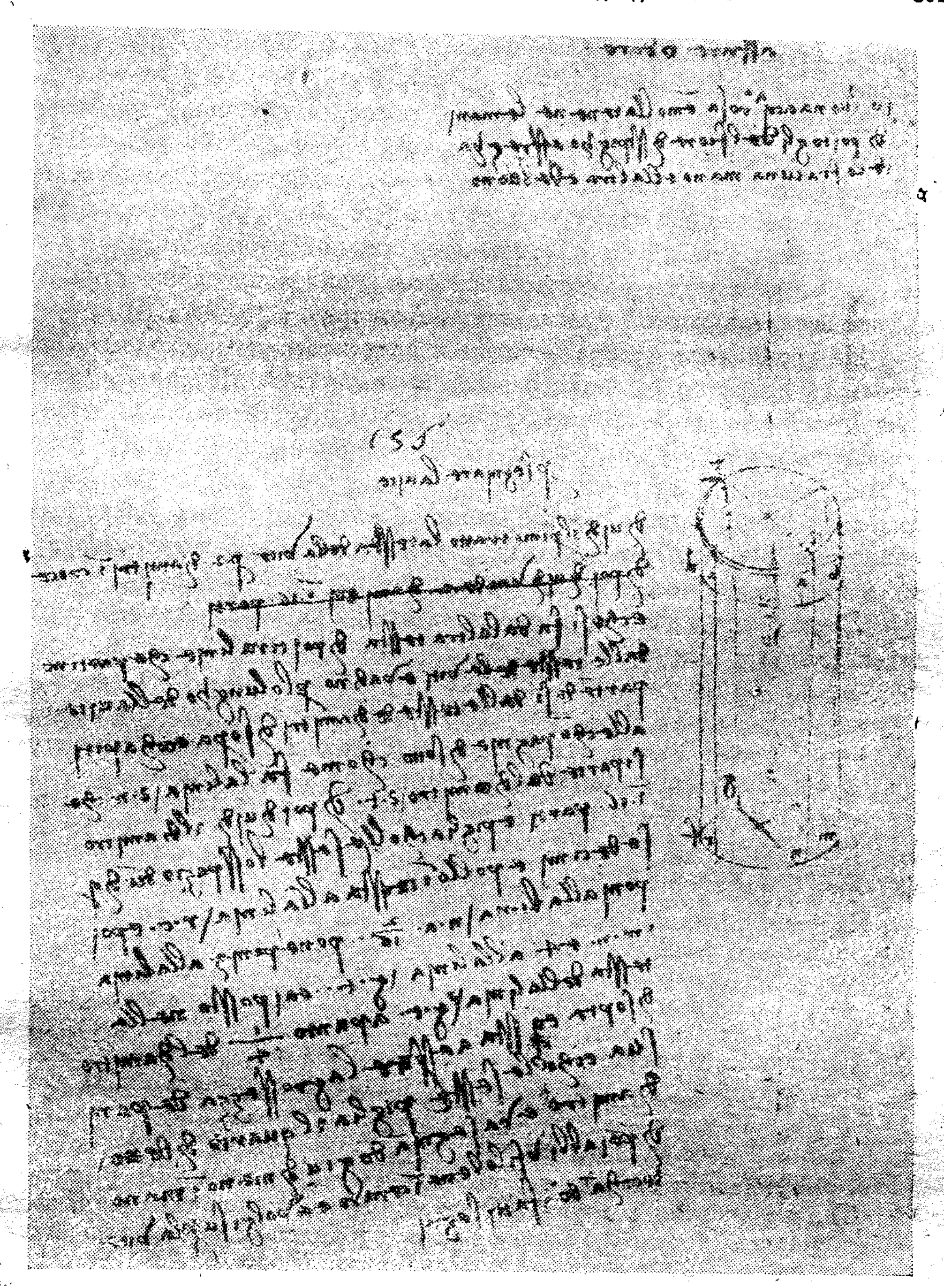
„Пусть дана сила двигателя и вес движимого вместе с толщиной простого винта — спрашивается, какова должна быть длина рычага. И если дана длина рычага и сила двигателя и его движимого, спрашивается какова толщина винта. Или если дана толщина винта и длина рычага — ищется вес движимого. Итак, поищи в книге о деталях машин и там найдешь определение винта и то, что выше спрашивается".

Приведенных высказываний Леонардо (их есть еще несколько, но еще более отрывочных и неясных) достаточно, чтобы показать его отношение к предмету.[1] Не обладая никаким математическим аппаратом, но произведя ряд сознательно поставленных опытов и наблюдений и использовав античную литературу, Леонардо подходит к определению сущности винта, к теории различных профилей нарезки, к проблеме нагрузки на нарезке и самой техники ввинчивания винта, сводя все эти проблемы к наиболее ясным для него статическим задачам и вводя теорию винта в составляемый им трактат о „деталях машин", — так же, как в наше время она в такие трактаты вводится.

При этом чрезвычайно замечательно то, что единственный до Леонардо научный трактат, в котором подробно разбирается теория винта — „Механика" Герона, — почти с полной несомненностью был неизвестен ни до Леонардо, ни в его время, ни почти три века после него.[2] Но если даже мы, независимо от этого, сравним подход к теме эллинистического ученого и ученого Возрождения, то нам сразу же бросится в глаза и значительное сходство и глубокое различие. Сходство заключается в том, что оба автора хотят дать теорию и связать

[1] Более подробно мы коснемся этого вопроса в подготовляемой нами работе „Механика Леонардо да Винчи".

[2] Трактат были впервые опубликован в переводе с арабского, так как подлинник его не сохранился, Carra de Vaux в Journal Asiatique в 1893 г.



Фиг. 3.

ее с практикой, различие же в том, что в то время как у Герона практические указания как бы оторваны от теоретических, остаются грубо элементарными, даже находясь в непосредственном соседстве с теоретическими рассуждениями, у Леонардо обе эти части органи-

чески слиты — он моделирует теорию по практике и практику по теории.

Мы бегло остановились на теории винта, данной Леонардо, каковая, строго говоря, выходит за пределы нашей темы, потому что хотя бы поверхностное представление о чисто теоретическом подходе исследователя к данному предмету дает возможность правильно оценить и чисто технический подход его к нему же, потому что именно в синтезе теоретического и практического освещения вопроса кроется специфика всей творческой деятельности Леонардо.

На грани между теоретическим и практическим подходом к делу находится вопрос о разметке резьбы, практический по своему применению, теоретический по характеру. Запись Атлантического кодекса, относящаяся к этому вопросу, до сего времени, насколько мне известно, не была использована исследователями, во всяком случае ни Бек, ни Фельдхауз не говорят о ней ни слова, а между тем она чрезвычайно любопытна и характерна как для технического творчества Леонардо, так и для уровня техники его эпохи.

Запись эта, находящаяся на листе 295 г. а. Атлантического кодекса, звучит так (ср. фиг. 3):

PER SEGNARE LA VITE

„Divide il primo tratto la testa della vite per 2 diamitri in croce. E cosi fa dell'altra testa, di poi tira linia, che partino dalle teste delle viti, e vadino per lo lungo della vite, partendosi dalle teste de'diamitri di sopra, e capitino alle compagne di sotto, come fa la linia sn, che si parte dal diamitro st. Di poi dividi il diamitro in 16 parti, e piglia colle seste lo spazio di un di quei sedecimi, e pollo in testa alia linia re, e poi poni alia linia na $^2/_{16}$, poi ne poni 3 alia linia mn e 4 alla linia gt, e oi posto nella testa della linia gt a punto ¼ del diamitro di sopra, e quest'à a essere la grossezza de' pani sua; e colle seste piglia il quarto di detto diamitro, e va segnanodo giù di mano in mano, di poi ebbi un filo bene incerato, e avogli su per la vite, toccando i fatti segni".

В переводе этот чрезвычайно выразительный текст звучит так:

О РАЗМЕТКЕ ВИНТА

„Раздели сначала головку винта двумя диаметрами накрест. Так же поступи с другой головкой. Затем проведи линии, выходящие из (верхней) головки винта, проходящие через всю длину его, выходя из концов верхних диаметров и достигая соответствующих им точек внизу, как например линия sn, выходящая из диаметра st. Затем раздели диаметр на 16 частей и возьми циркулем величину одной из этих шестнадцатых и отложи его наверху линии rc, затем отложи на линии na $^2/_{16}$ и затем отложи $^3/_{16}$ на линии nm и 4 на линии gt и (получится), что ты отложил на линии gt ровно ¼ верхнего диаметра, и эта четверть должна быть шагом (буквально „толщиной" — grossezza) нарезки. Затем возьми циркулем четверть названного диаметра и размечай дальше

вниз таким же образом, затем возьми хорошо навощенную нить и наверни ее на винт, касаясь сделанных отметин".[1]

В этом отрывке замечательны два обстоятельства: во-первых, попытка как-то подойти к стандартизации нарезки, к установлению твердой математической зависимости между отдельными ее элементами. Правда, элементы эти: диаметр (очевидно, наименьший) винта и шаг нарезки в настоящее время при расчете нарезки в зависимость не приводятся и дали бы при применении формулы Леонардо $S = \frac{d}{4}$ (где S — шаг нарезки, а d — наименьший диаметр винта) — для толстых винтов нарезку невероятно редкую (в то время как для маленьких диаметров это соотношение и в настоящее время приблизительно выдерживается), но все же самый факт установления некоей стандартной цифровой зависимости между отдельными размерами резьбы более чем показателен.

Во-вторых, чрезвычайно характерен и самый метод, которым Леонардо предлагает производить разметку, метод, базирующийся исключительно на применении циркуля и математического, хотя и элементарного, расчета. Если мы сравним способ разметки, предлагаемый Леонардо, со способом, предлагаемым Героном или почти точно парафразирующим его Паппом,[2] то заметим чрезвычайно глубокое и принципиально важное различие между разрешением одной и той же технической задачи античной и раннекапиталистической техникой. Герон и за ним Папп строят винт путем наворачивания на цилиндр трапеции (Папп) или треугольника (Герон), то есть модельно геометрическим способом, столь характерным для античной науки и техники. Леонардо же решает эту же задачу элементарно алгебраическим способом, давая не модель, а формулу. В то время как античный способ, будучи более наглядным и строгим, более подчеркивающим внутреннюю сущность винта, — представляющего собой не что иное, как навернутый на окружность клин, — не давал никакой возможности ускорить процесс разметки, свести его к простым и однообразным операциям, способ Леонардо, затушевывая, так сказать, философский характер операции, подходя к винту как

---

[1] Как легко убедиться при сравнении данного выше перевода с подлинником, нам пришлось в нескольких местах отойти от совершенно точной передачи текста Леонардо. К такому несколько свободному обращению с этим текстом мы пришли в результате длительного опыта перевода леонардовых сочинений, показавшего, что буквальный перевод получается столь тяжеловесным и часто просто непонятным, что наименьшим злом является некоторое его изменение для облегчения восприятия. Слова, прибавленные нами, мы заключили в круглые скобки.

[2] Pappi Alexandrini Collectiones . . . . . ed. F. Hultsch, Vol. III, Tomus I. Berolini apud Weidmannos, 1878, p. 1128 ff. Ex Heronis Mechanicis excerpta: от слов . . . in cochleae autem constructione и далее и p. 1109 ff. — Collectiones lib. VIII (Continet mechanica problemata varia et iucunda), propos. 24 § 28. Последний отрывок приведен и в цитированной выше книге Бека, причем сохранен и в русском ее переводе: Т. Бек. Очерки по истории машиностроения, т. I, М.-Л., Г. Т.-Т. И., 1933, стр. 52.

к данности, старается возможно более упростить разметку, дать формулу для быстрого и стандартного ее производства при помощи одного только циркуля. В способе Леонардо мы уже чувствуем новый воздух, стремящейся к наибольшей производительности техники, техники, использующей науку в своих практических целях, а не используемой ею в целях философского осмысления сущего, как это имело место у древних.

Высказанное нами мнение о характерности способа, предложенного Леонардо для его времени, остается в силе независимо от того, применялся ли этот способ только им, или же он был более или менее широко распространен в практике его времени. Вопрос этот, как мы говорили уже выше, имеет самостоятельный интерес. Однако, вполне ясного ответа на него мы, при состоянии наших источников, дать не можем.

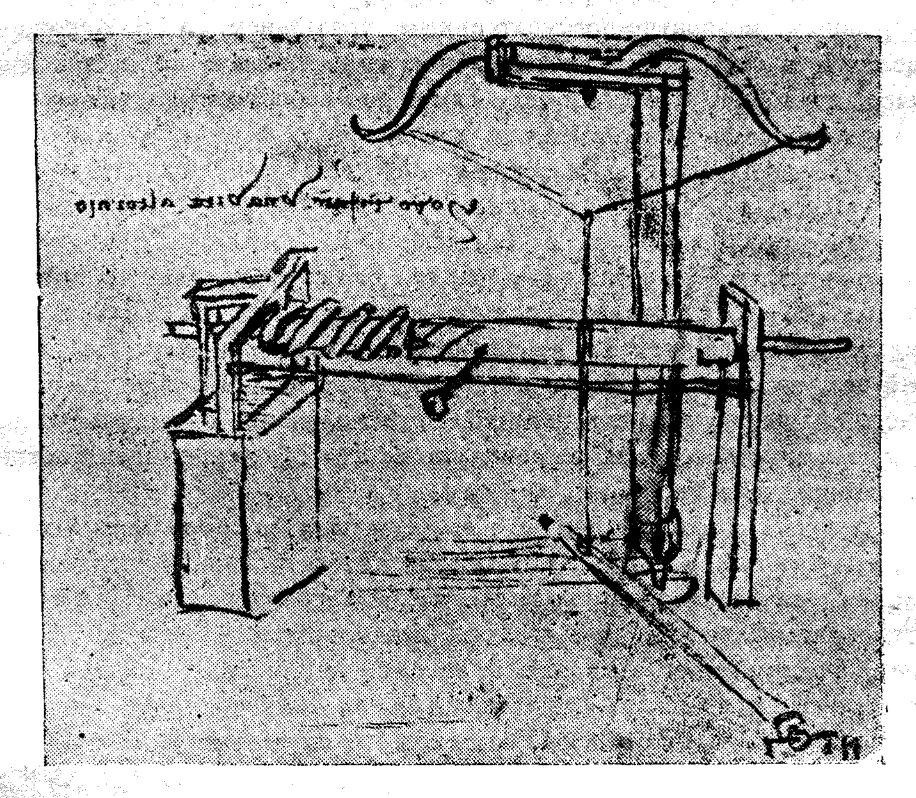
В приведенном выше (стр. 295 и фиг. 1) тексте Бессона мы видели, что в качестве единственного приспособления для разметки винта приводится бумажная лента, спирально наворачиваемая на стержень, но мы не знаем, производилось ли это наворачивание по заранее размеченным точкам, как это рекомендовал Леонардо, или же просто спирально, плотно придвигая края одного витка к другому. Тот факт, что еще в середине XVIII в. и даже в начале XIX в. применялся именно последний весьма мало точный способ, [1] говорит за то, что способ Леонардо был либо его собственным предложением, вообще не примененным на практике, либо способом местным (миланским), мало распространенным и потому оставшимся неизвестным после упадка миланского оружейного дела. По самому тону леонардовского текста, по категоричности приводимого им рецепта и отсутствию хотя бы малейшей попытки привести доказательство того, почему следует поступать так, а не иначе (при собственных же предложениях Леонардо мы нередко такие доказательства имеем), мы считали бы более вероятным второе — именно, что описываемый Леонардо способ разметки винта заимствован им в одной из миланских мастерских, но на нынешний день это предположение должно оставаться не более чем гипотезой.

На вопрос о том, как обрабатывался размеченный винт, мы имеем в рукописях Леонардо более или менее прямой ответ. И Папп и Бессон в приведенных выше местах указывают на один способ, удержавшийся, так же как и разметка при помощи бумажной ленты, до начала XIX в., —

[1] J. W. Roe. English and American Tool Builders. N. York, Mc. Graw, Hill. 1926 и H. Fischer. Ueber das Schneiden der Schraubengewinde. Z. d. V. D. I. Bd. XXIX, № 11, 14 März 1885, — ссылаясь на Holtzapfell „Turning and Mechanical Manipulations“, vol II, London, 1847, приводят разметку при помощи спирально навиваемой бумажной ленты в качестве одного из способов, доминирующих в домодслеевской технике, и действительно в названной работе означенный способ описан весьма подробно, хотя и наравне с рядом других способов.

способ выпиливания размеченной резьбы напильником. Предполагал ли применение этого же способа Леонардо, усиленно интересовавшийся напильником как таковым и предложивший ряд вариантов станка для автоматической насечки напильников? Почти наверное можно сказать, что нет.

Действительно, в весьма важном и характерном тексте листа 367 v. a. Атлантического кодекса, к которому мы подробно вернемся ниже, Леонардо, рекомендуя отделку резьбы при помощи системы



Фиг. 4.

особых плашек, выставляет как главное преимущество этого способа то, что при помощи его избегается „досадный способ обработки напильником“ — „e fuggirai il fastidio delia lima“. Уже этот отрывок показывает, что он ясно сознавал все неудобства завещанной дедами методы и искал другую. А лист 14 г. а. того же кодекса уже прямо дает изображение токарного станка с лучком и педалью (фиг. 4) и надписью „modo di fare una vite al tornio“ — „способ делать винт на токарном станке“. Из чего явствует, что Леонардо предполагал производить обработку размеченного вышеописанным способом стержня не напильником, а на токарном станке.

Как мы только что отметили и как явствует из рисунка, токарный станок, на котором Леонардо предлагает нарезать резьбу, приводится

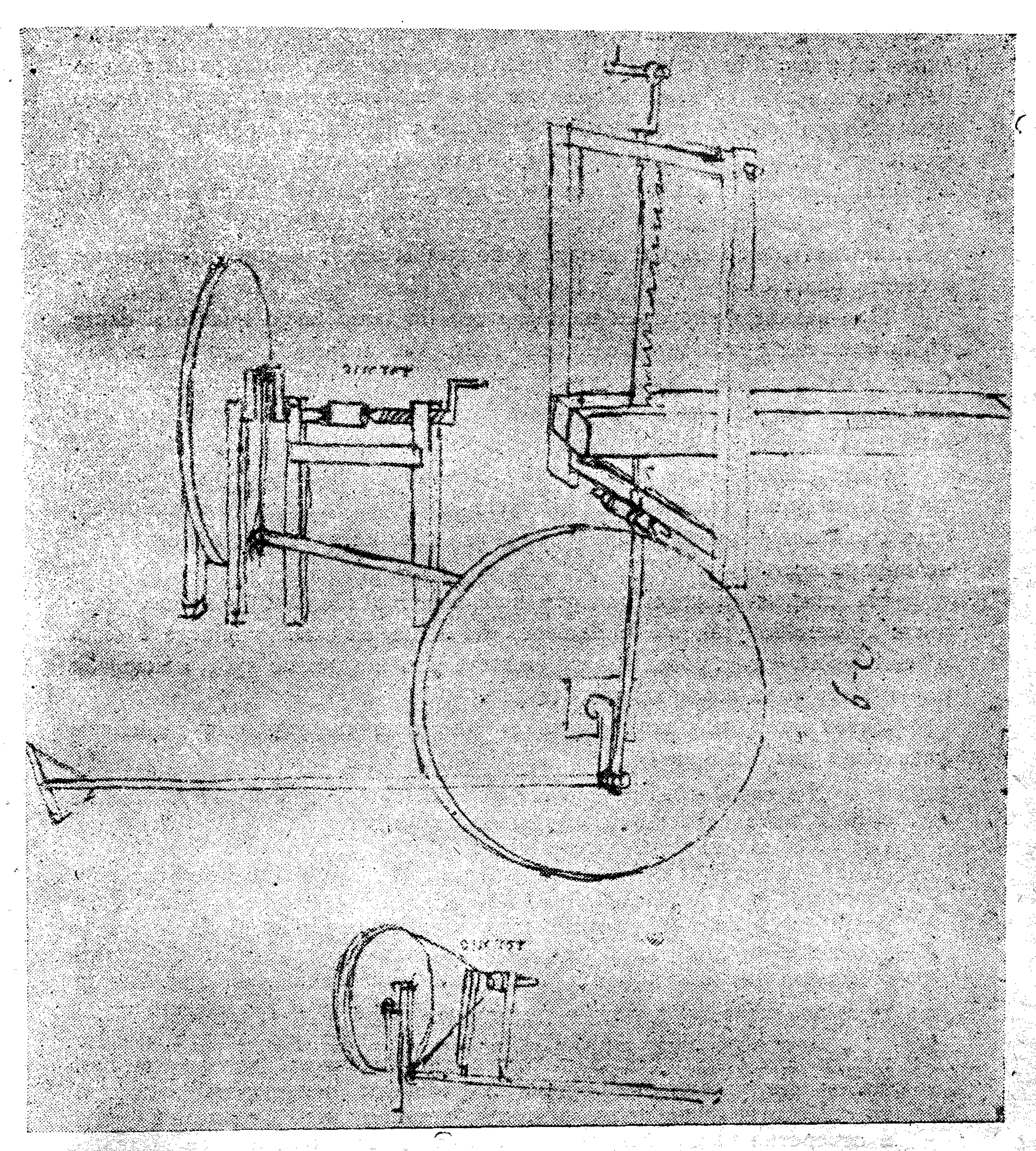
в движение педалью и гибким лучком, тетива которого, будучи соединена шнуром с обрабатываемым предметом, передает последнему рабочее вращательное движение в одну сторону, то есть не дает возможности получать беспрерывное вращательное движение. Такие лучковые станки, появившиеся в техническом обиходе человечества еще во время разложения родового общества, прочно держались в нем и до времени Леонардо и значительно позже него — так, все станки, проектируемые Бессоном, работают по лучковому принципу, то есть с прерывным возвратно-поступательным вращением, а в некоторых отраслях и в отсталых техниках лучок сохранился и до наших дней. Однако, неудобное и неэкономное само по себе прерывное вращение делалось особенно неприемлемым при нарезке резьбы, почему, естественно, Леонардо искал (в технике ли своего времени или в своем изобретательном мозгу — неважно) способов получить на токарном станке вращение постоянное. И он находит и предлагает два способа, изображенные им, — к сожалению, без всякого объяснительного текста,— на листе 381 г. b. Атлантического кодекса (фиг. 5). Первый — это передача движения педали через элементарный кривошип на коленчатый вал, на один из концов которого насажен, для получения равномерного вращения, маховик. Второй — это получение постоянного вращения при помощи ручки и передача этого вращения шкиву станка при помощи гибкой нити.

Токарные станки Леонардо с непрерывным вращательным движением, получаемым при помощи вышеописанного кривошипного приспособления и при помощи привода от отдельно стоящего маховика, неоднократно описывались и разбирались исследователями (Беком, Фельдхаузом), почему мы ограничимся их воспроизведением. На вопрос о том, применялись ли подобные станки во времена Леонардо, или они являлись его изобретениями, мы ответить сколько-нибудь решительно не можем. Но тот факт, что в технических сочинениях XVI и XVII вв. станок с приводом от отдельно стоящего махового колеса встречается довольно часто,[1] как будто бы склоняет нас к тому, что хотя бы один из зарисованных Леонардо станков был взят из действительной практики, а так как оба рисунка приведены рядом и одинаково без текста, то мы можем предполагать, что оба станка являются не изобретениями, а зарисовками.

При помощи разметки и токарного станка с прерывным или непрерывным вращением изготовляются однако, по Леонардо, только винты-эталоны, винты, служащие либо как направляющий шаблон, либо

---

[1] Можно указать хотя бы на приводимые Беком указания Кардана и Цонка (op. cit., стр. III и 204 — 205 русского перевода), причем Кардан, дающий наиболее раннее упоминание о таком приводе, не выдает его за свое изобретение, а говорит о нем, как о виденном, — это для сверххвастливого автора значит уже довольно много.



Фиг. 5.

как метчик, самое же массовое изготовление винтов Леонардо стремится возможно более механизировать.

Здесь мы находим в его записях три различных способа, каковые и рассмотрим один за другим.

Для изготовления коротких винтов и гаек ручным способом Леонардо рекомендует применение особого рода метчика и плашек

и затем литье. Способ этот, изложенный на листе 367 v. a. Атлантического кодекса, был описан и Беком и Фельдхаузом, но первый только бегло упомянул о нем, второй же дал перевод и изложение только конца леонардова текста, уклонившись от перевода или даже упоминания его начала, представляющего, на наш взгляд, как раз особый интерес. Поэтому мы позволяем себе привести данный текст полностью в оригинале и в коментированном переводе; а также дать факсимиле листа кодекса, на котором вполне ясно видны обозначения упоминаемые в тексте (фиг. 6).

Под верхним рисунком надпись: „ro fia tanto largo quanto il dente gt, la basa del qual dente fia il buso fatto dal trapano". „ro (очевидно, буквы ro относятся к внутреннему диаметру резьбы", а не к внешнему, как кажется на рисунке) будет иметь такую же толщину, как зуб gt, основание какового зуба будет равно отверстию, производимому дрелью".

Под левым боковым рисунком, дающим, очевидно, изображение внешнего вида того же метчика, надпись: „Vite quadra alquanto piramidata", смысл каковой — „винт с квадратной слегка конической нарезкой" — не вполне ясен.

На нижнем рисунке, дающем изображение плашки, в плане, надпись: „Il cerchio grande è fondamento del dente, e'l cerchio minore è cima d' essi denti" — т. е. „бо́льшая окружность есть основание зуба, а меньшая окружность есть вершина этого зуба".

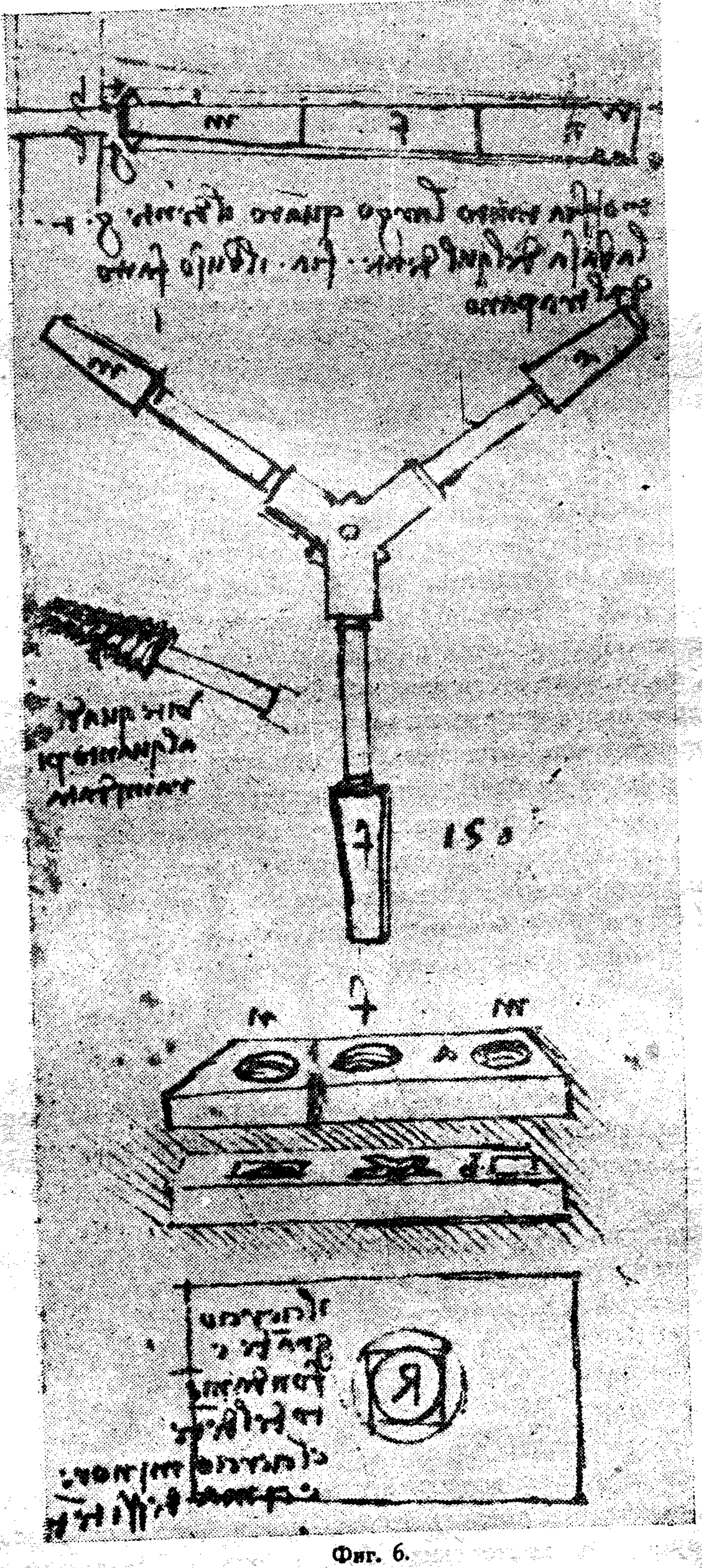
Затем внизу под всем рисунком — не воспроизведенные на нашем факсимиле два абзаца:

„La carta ch'è di sopra coi 3 pezzi, cioè mfn sono a similitudine delle 3 teste del ferro triangolare mfn; e la regola dell' accrescere, che fa carta più da una testa che dall'altra, si è che la testa tg sia di tal grossezza, ch' ella possi entrare nel busso hl, fatto da 'l trapano di punto, per dare principio alla femina, la superfizie del qual buso fia la punta de' denti quando fia convertito in femina della vite, e la grossezza ro sarà tanto larga quanto fia la profondità de' denti d'essa femina. Adunque la testa sottile tg della carta mnf, fara la cima de' denti della femina, e la testa larga farà il fondamento".

„Изображенный наверху инструмент имеет три части, а именно mfn, каковые подобны 3 головкам трехконечного метчика m. f. n. Закон же увеличения одной головки по отношению к другой таков, что головка tg имеет такую толщину, что она может войти в отверстие hl, производимое острием дрели при начале выделывания гайки. Поверхность же этого отверстия будет равна вершине зуба, когда оно будет превращено в гайку к данному винту: толщина же ro будет такова, какова высота зуба этой гайки. Следовательно, тонкий конец tg будет образовывать вершину зуба, толстый же конец будет образовывать основание.

Наконец последний абзац, приведенный у Фельдхауза, говорит о самом способе производства винта:

„E se voi fare la vite bella e netta, fa col ferro più grosso n, una femina 'n un legno duro, adoprando prima li altri più sottili, fm,



Фиг. 6.

e poi gitta in esso legno una vite di stagno, e sopra quella fa la forma, e gitta d'ottone e bronzo; e fatto questo, torna essa vite a pulire in e' busi f. m. n. prima nel maggiore poi nel secondo, e fuggirai il fastidio della lima".

„И если ты хочешь сделать красивый и чистый виит, то сделай наиболее толстым метчиком n гайку в твердом дереве, применяя раньше более тонкие метчики fnm. Затем отлей в этом дереве оловянный винт и по нему сделай форму и отлей винт из латуни или бронзы: сделав же это, проверни этот винт для очистки в отверстиях f, m, n, сначала в наибольшем, затем во втором, и ты избегнешь досадного способа обработки напильником".

В этой довольно сложной и в первой своей части далеко не легко понятной записи можно отметить три интересных черты. Во-первых, весьма показательна здесь дальнейшая попытка стандартизации резьбы — попытка установить определенную, зависящую от диаметра винта, высоту зуба. Вокруг окружности с наименьшим внутренним диаметром винта описывается квадрат, вокруг последнего опять описывается окружность, диаметр каковой и есть наибольший наружный диаметр винта; таким образом, если внутреннюю окружность резьбы вписать в квадрат, то сторона этого квадрата будет равна внутреннему диаметру, а диагональ — наружному диаметру резьбы. Если мы теперь вспомним, что́ говорилось выше относительно попытки установить стандартный шаг нарезки также на базе диаметра (наименьшего) винта, то мы сможем констатировать, что во времена Леонардо существовал, — конечно, чисто эмпирически определенный и чисто модельно предписываемый, — стандарт винтовой нарезки, сводивший все основные размеры ее к одному из ее диаметров. Самый способ выражения Леонардо в этом отношении почти не оставляет места для сомнения в том, что здесь мы не имеем дела с его выдумкой.

Второе, что дает приведенный нами выше отрывок, — это определение разницы диаметра концов конического метчика, из которых передний конец имеет диаметр, равный наружному (наименьшему) диаметру резьбы гайки, а задний, равный внутреннему (наибольшему) ее диаметру. Именно это хочет сказать наиболее сложная средняя часть текста.

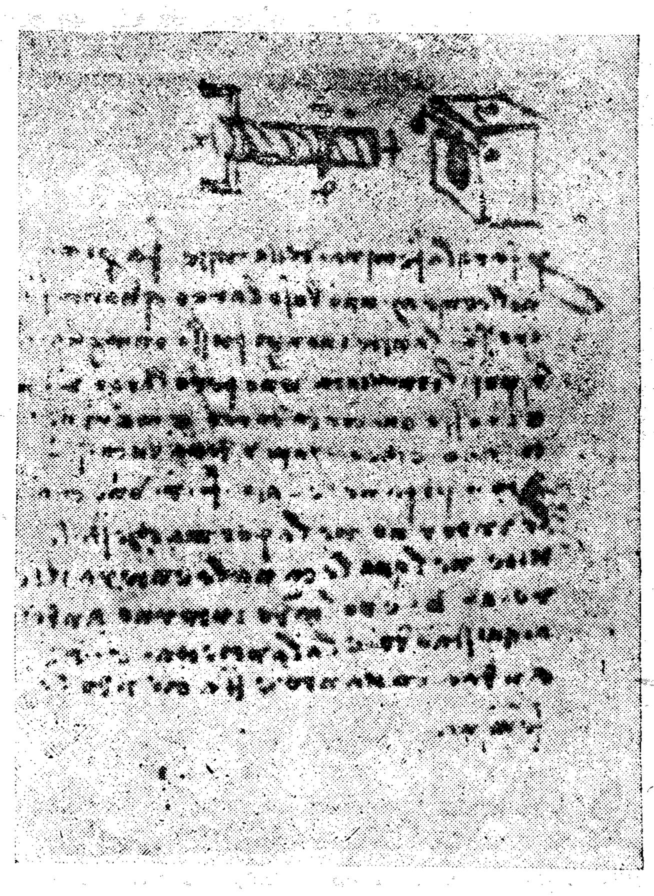
Наконец, третье — это изложение самого способа изготовления винта при помощи коничеекого метчика (который сам, повидимому, изготовлен способом, изложенным нами выше, при помощи разметки циркулем и обработки на токарном станке) и деревянной формы, этим метчиком изготовляемой, оловянной модели, второй формы и системы сужающихся плашек.

Способ этот, вполне ясный из текста Леонардо, несомненно был пригоден для коротких винтов крепежного типа. В качестве гипотезы можно выставить предположение, что именно этот способ применялся в оружейных мастерских Милана, как сравнительно массовый

и дающий продукцию, не требующую дальнейшей обработки. Текст Леонардо и в этом случае говорит скорее за запись, чем за самостоятельное изобретение, тем более, что и самая техника двойной заливки не представляла собой ничего для того времени необычного.[1]

Вторым описываемым Леонардо способом изготовления винтов по уже готовому калибру является копировальный способ, пригодный для винтов средней длины и описанный в первом варианте на листе 71. г. кодекса В и полно — в Атлантическом кодексе на листах 327 г. а. и 355 v. b.

На листе 71 г. кодекса В, самого раннего из известных нам больших кодексов Леонардо, после изображения наиболее сложного и совершенного винторезного станка, который будет описан нами ниже (стр. 314), дано изображение первого, как бы эмбрионального варианта винторезно - копировального приспособления, развитого в дальнейших приспособлениях и станках (фиг. 7). Такое соседство наиболее развитого и наиболее эмбрионального проектов, удивительное с первого взгляда, не представляет собой ничего исключительного в рукописях Леонардо — обе записи, будучи разновременными, могли быть переписаны из более черновой книги, первая могла быть записана значительно позднее второй (хотя это мало вероятно, судя по почерку) — вообще, вчитываясь в наследие великого флорентинца, привыкаешь к подобным неожиданностям.



Фиг. 7.

Итак, на листе 71 г. рукописи В[2] изображен кусок дерева, из которого в дальнейшем будет сделана гайка. В этом куске сделано

[1] См., например, шестую книгу выше цитированной „Пиротехнии" Бирингуччо, посвященную модельному делу.

[2] Les Manuscrits de Léonard de Vinci. — Manuscrits B et D de la Bibliothèque de l'Institut... publié... par M. Ch. Ravaisson. — Mollien. Paris. A. Quantin, 1884.

круглое отверстие, за край которого слегка заходит набитая на передней поверхности куска направляющая планочка. Изображенный слева деревянный метчик имеет направляющую резьбу, движущуюся по вышеназванной направляющей планке, и небольшой резец, образующий в теле гайки резьбу, повторяющую направляющую резьбу метчика. Текст под рисунками, прекрасно объясняющий всю операцию, гласит:

„Per fare la femina della vite fa prima nel legnio m uno buso largo quanto fu grossa la vite inanzi fussi intagliata. Dipoi li inchioda uno ferro largo 2 dita e grosso una corda d'arco e metti nel'loco ab e che occhupi di detta buca uno 1/2 dito. Poi fa nel'legnio fr uno canale intorno nella forma che sta la vite nel quale canale entrera il ferro ab e voltando intorno andra acquistando e la lancietta ed andra cavando e faciendo femina".

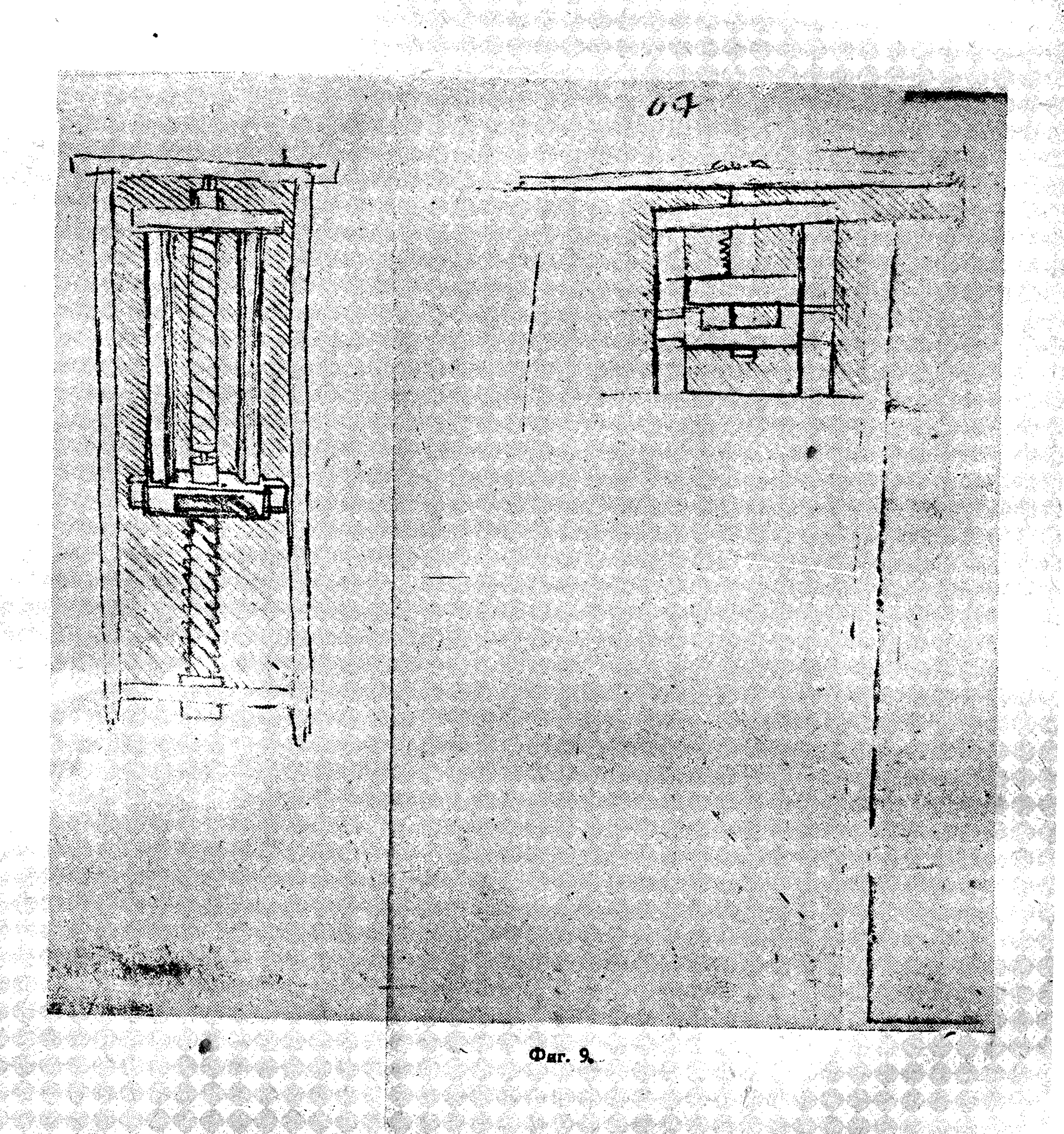
„Для того чтобы сделать гайку к винту, сделай раньше всего в куске дерева m отверстие, шириной равное толщине винта, прежде чем он нарезан. Затем прибей к нему (куску дерева) кусок железа шириной в два пальца и толщиной в одну тетиву лука (?) и помести ее в месте ab, так, чтобы она занимала в отверстии пол-пальца. Затем сделай в куске дерева fr вокруг канал, своей формой повторяющий винт. В этот канал будет входить железная пластинка, и, вращаясь, он будет погружаться, и резец ed будет резать и производить гайку".

В изложенном способе налицо уже ходовой винт, — который еще, правда, нанесен на самом режущем инструменте, — и ведущая гайка, укрепленная на обрабатываемом предмете, то есть все еще чрезвычайно элементарно, но основные детали самоходного винторезного приспособления уже созданы.

В записях Атлантического кодекса мы находим уже более развитые винторезные приспособления.

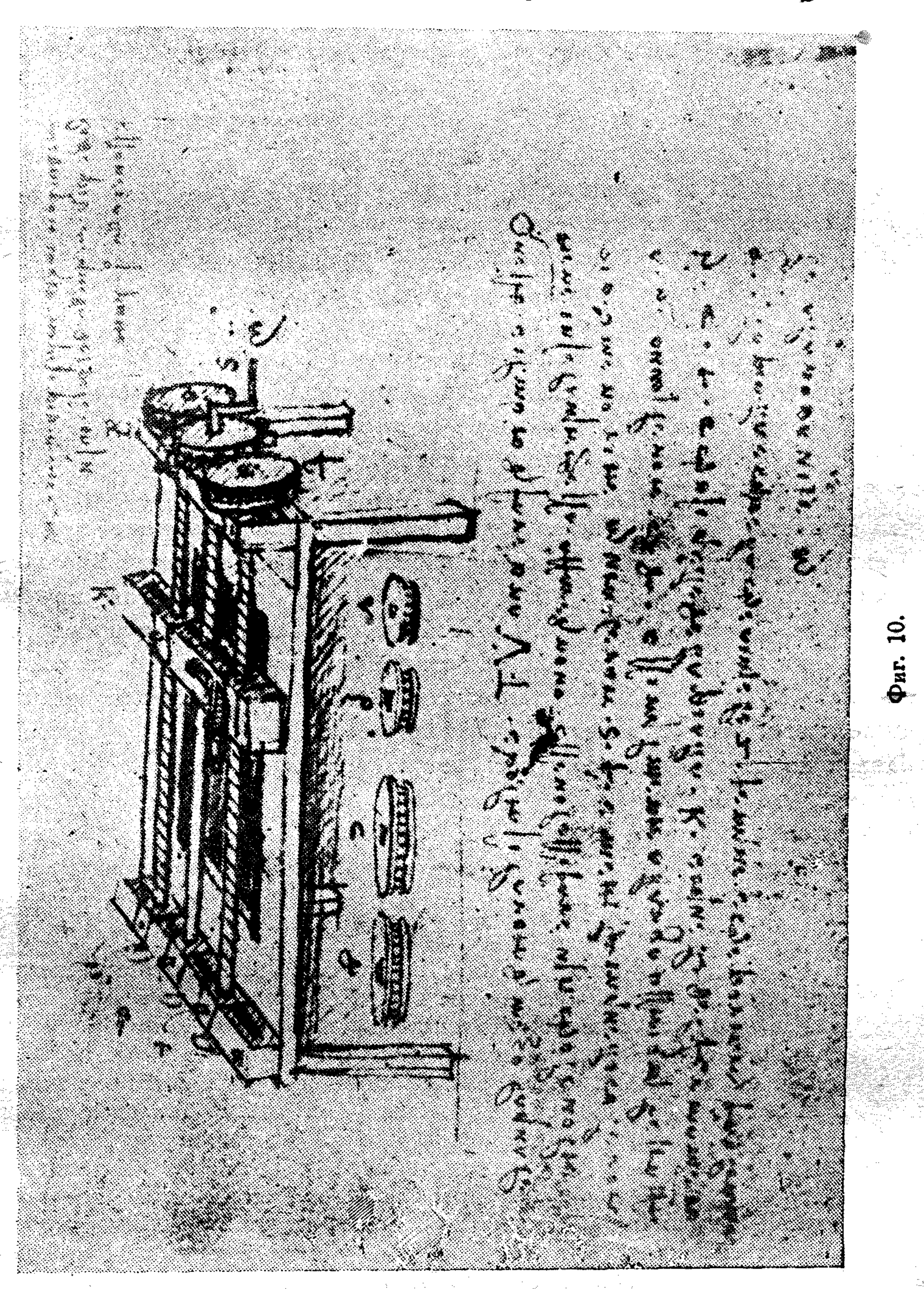
Вторая из этих записей (355 v. b.) кратко упомянута Беком, который, без достаточных оснований, считает ее относящейся только к деревянной резьбе, первая же (327 r. a.) не упомянута, насколько мне известно, ни одним из исследователей. Принципиально обе записи или, вернее, зарисовки, так как текста во второй из них совсем нет, а в первой мы имеем только немногие слова, совершенно идентичны. Поэтому, поскольку первая из них значительно полнее и детальнее, мы ограничимся только ее описанием, дав факсимильное изображение обеих страниц (фиг. 8 и 9). Рисунки и текст страницы 327 r. a. озаглавлены „Modo di fare viti al tornio", то есть, буквально, „способ делать винты на токарном станке", каковым, очевидно, Леонардо в расширительном толковании считает то винторезное приспособление, которое он ниже описывает. Приспособление же это состоит из двух шайб, вертикально связанных между собой четырьмя штангами. Верхняя шайба служит направляющим копиром — она имеет круглое отверстие, на котором укреплена, слегка срезывая его, небольшая планочка (как мы это уже

Фиг. 8.



Фиг. 9.

описывали на стр. 312). Планочка эта движется по направляющей резьбе, нанесенной (очевидно, способом, описанным выше) на, так сказать, ходовом винте, продетом через отверстие шайбы. В конце ходо-



Фиг. 10.

вого винта, между ним и связывающей все рамкой, заклинен подлежащий обработке стержень, проходящий через вторую шайбу, в особой прорези которой вставлены несколько резцов не вполне одинаковой

формы и не на вполне одинаковую глубину, каковые резцы, двигаясь благодаря движению верхней шайбы по копиру, нарезают резьбу, повторяющую резьбу ходового винта. Рабочая шайба изображена еще отдельно в деталях и снабжена надписью: „Pialla di fare il maschio e dàssele il ferro à 3 o 4 volte piu in dentro l'una che l'altra", т. е. „Шайба для изготовления винта — и один резец входит на 3 или 4 раза (?) больше внутрь, чем другой". Слева изображен совершенно аналогичный способ изготовления гайки, по существу своему точно повторяющий способ листа 71 г. рукописи В, но уже несколько более усовершенствованный — ведущая планка укрепляется уже не на самой обрабатываемой гайке, что было возможно только при обработке дерева, а на особой направляющей гайке, изображенной слева с надписью: „Guida per fare la femina". — „Направляющая для изготовления гайки". Справа изображен самый способ изготовления — вполне ясный из рисунка. В данном способе ходовой винт уже выделен как самостоятельная часть приспособления, хотя еще весьма несовершенно, с оставлением на одной оси с обрабатываемым винтом. Ведущая гайка также уже отделена от обрабатываемого предмета и жестко соединена с резцом, что составляет основу всех более поздних копировальных приспособлений, но все приспособление еще сконструировано чрезвычайно просто и не слишком удобно. Работа с ним, очевидно, производится вручную, весьма неуклюжим способом. Окончательным завершением конструирования винторезно-копировального станка является станок, описанный на листе 70 v. кодекса В. Станок этот настолько замечателен, настолько выше всего, что мы знаем о докапиталистической технике, настолько близок по своему принципу к современному самоходному винторезному станку, что мы не можем отказать себе в удовольствии привести в заключение нашего очерка и изображение и описание его (благо оно весьма невелико) полностью, — хотя он и описан Беком и Фельдхаузом. Текст листа 70 v, помещенный под вполне ясным и разборчивым рисунком станка (см. фиг. 10) таков:

„Questo e il modo di fare una vite. E voltasi la rota di mezzo la quale tiene in se la vite che s'a a fare di nouo. E se volessi fare viti con le volte più o meno ritte muta le rote sf e metti in quello colle rote ab o vuoi le rote cde similmente allarga o strigni le sfaffe he te cosi quelle della pialla k, e quelle del fermamento g, la pialla e quella che a in se la 2 femine e ché portata fa il canale alla nova vite m."

„Это способ производства винта. Средняя шестерня вращается, причем в ней укреплен винт, подлежащий изготовлению. И если ты хочешь делать винты с более или менее крутой нарезкой, то замени шестерни sf и помести на их место шестерни ab или шестерни cd и одновременно расширь или сузь стремена he, te и стремена в обойме k и в опоре g. Обойма же имеет в себе 2 гайки, и будучи движима, режет канал в новом винте m."

Вышеприведенный текст вместе с рисунком настолько ясен, что не требует особых объяснений. Здесь мы имеем, как мы уже говорили,

дальнейшее развитие и как бы завершение принципа, намеченного в В 7[1] и получившего первое усовершенствование в С. А. 327 и 355. Ходовой винт смещен уже по отношению к обрабатываемому предмету, а ведущая гайка и резец объединены в единой обойме, прямом предке модслеева самоходного суппорта. К тому же все сконструировано уже не в виде ручного и весьма неудобного в обращении приспособления, а в виде станка, действующего от вращения одной рукоятки, то есть легко приводимого в действие и от двигателя. Беглые и несколько более детальные зарисовки того же автоматического винторезного станка с легкими конструктивными отличиями даны и на листе 365, г. b. Атлантического кодекса, причем под шестернями основного эскиза имеется текст — „Fa in modo che le rote af si possino a tua posta mutare“ — „Сделай так, чтобы шестерни af могли сменяться по твоему желанию“. Место это до сего времени исследователями замечено не было.

Если мы теперь зададим себе вопрос, насколько винторезно-копировальные приспособления Леонардо были его собственными изобретениями и насколько они были заимствованы из практики его времени, то, как и во всех предыдущих случаях, мы сможем получить ответы только гипотетические — самый способ нарезки винта и вообще производства токарных работ копировальным способом был несомненно распространен — за это почти неопровержимо говорит и многократное применение этого способа в станках Бессона и особенно широкое распространение его в XVII и в XVIII веках во всем мире. Поэтому более чем вероятно, что наиболее элементарное приспособление, работающее по этому принципу, — приспособление листа 71 кодекса В было просто заимствовано Леонардо из жизни. Следующий этап (С. А. 327 и 355) был, возможно, отчасти подсказан практикой, отчасти усовершенствован Леонардо, который, однако, ясно сознавая неудобства этого способа, не остановился на нем, а пошел дальше к винторезному станку листа 70 кодекса В, являющемуся почти несомненно не основанной на виденном, а изобретенной Леонардо конструкцией. Что это так, доказывает знаменитый постоянно приводимый историками техники токарно-винторезный станок Бессона, основанный на том же принципе, но совсем иначе сконструированный и бесконечно более неуклюжий и несовершенный. Токарно винторезный станок листа 70 кодекса В несомненно принадлежал к тем вершинам творчества Леонардо, которые, коренясь в запросах и тенденциях развития современного ему общества (о чем слишком часто забывают), вышли далеко за его пределы и оставались непонятыми и недоступными несколько веков.

Мы рассмотрели довольно подробно сохранившиеся до нас фрагменты теоретических, научных рассуждений Леонардо да Винчи о винте и винтовой нарезке, мы ознакомились с предлагаемым им способом разметки резьбы и с зафиксированными им попытками элементарной

ее стандартизации, мы рассмотрели, наконец, описанные им способы изготовления резьбы. Все это вместе создает картину довольно высокой технической системы, технического уровня несравнимого с чисто эмпирическим и жалко фрагментарным общим уровнем техники феодализма. Мы видели также, что ни в коем случае нельзя считать, что восстановленная нами система технических взглядов и приемов является личным достоянием Леонардо. Наоборот, она всеми своими корнями уходит в технику его времени, и если наивысшие ее точки характерны только для творчества универсального флорентинца, то ее основные тенденции, приемы мысли, ее средний уровень, по всей вероятности целиком принадлежат эпохе — тому Итальянскому Возрождению, к правильному пониманию которого техника дает единственный надежный путь и которое с этой стороны совершенно не изучено.

А раз это так, то подробный анализ одного из немногих исторических памятников, открывающих нам лабораторию технической мысли эпохи, анализ записей Леонардо, опыт которого на одной сравнительно узкой теме мы дали выше, выводит нас за пределы описания гениальной деятельности гениального техника и художника и позволяет нам подойти к пониманию одной из важнейших сторон одного из интереснейших моментов человеческой истории.

M. A, GUKOVSKIJ

STUDIEN ZUR TECHNIK DER ITALIENISCHEN RENAISSANCE

I. DAS GEWINDE BEI LEONARDO DA VINCI

Die Technik der italienischen Renaissance ist fast ganz unerforscht trotz des ausserordentlichen Interesses, die sie für den Forscher bietet. Es ist ausser Zweifel, dass so tiefe soziale, ökonomische, politische und kulturelle Veränderungen, die den Namen „Italienische Renaissance" tragen, als eine der wichtigsten Ursachen einen stürmischen Umschwung im Gebiete der Technik haben, was sich auch bei einer flüchtigen Übersicht der Erfindungen, die sich auf süddeutschem und italienischem Boden während des XIV. und XV. Jahrh. aufweisen lassen, völlig bestätigt. Es ist aber unmöglich etwas Gewisses über die „technische Revolution" der Renaissance zu behaupten, bevor die Technik dieser Zeit gründlich und in ihren kleinsten Abzweigungen erforscht ist. Im vorliegenden Artikel stellt sich der Verfasser das Ziel eine solche Vorstudie zu geben, er strebt alle Äusserungen Leonardo da Vinci's über die Theorie des Gewindes und seine Anfertigung zu vereinigen und womöglich festzustellen, was dem genialen Erfindungsgeist des grossen Florentiners und was der Technik seiner Zeit angehört.

Die Technik der Renaissance benutzt selten die Schraube als Befestigungsmittel — nur als ein Teil der Rüstung scheint sie in grösseren Mengen benutzt worden zu sein. Als ein Maschinenelement, das zur

Übertragung der Bewegung dient, wurde die Schraube oft, aber in kleinen Quantitäten, gebraucht.

Leonardo hat uns eine Anzahl von Aufzeichnungen über die Theorie der Schraube hinterlassen. Klar und im Grundsatze richtig äussert er sich über den Unterschied zwischen dem dreieckigen und vierkantigen Gewinde (C. A. 75 r a und C. A. 14 r a), er gibt Winke über den Charakter der Kraftübertragung im Gewinde (C. A. 207 v b und 267 r a) und entwirft ein ganzes Programm einer gründlichen theoretischen Studie über das Gewinde (E-2r). Alle diese Äusserungen sind besonders für die Charakterisierung der theoretisch-praktischen Einstellung der Studien Leonardo's wichtig.

Ein höchst interessantes und bisher von den Forschern nicht angezeigtes Verfahren für das Aufzeichnen des Gewindes finden wir auf Blatt 295 r a des C. A. Das Verfahren weicht beträchtlich von dem von Pappus beschriebenen ab. Das Verfertigen des Gewindes erfolgt bei Leonardo da Vinci auf einer Drehbank (C. A. 367 v a und 14 r a). Dieselbe ist entweder eine gewöhnliche Bogenbank oder eine viel vorteilhafter arbeitende Kurbelbank (C. A. 381 r b). Auf der Drehbank werden aber wahrscheinlich nur Typenschrauben verfertigt, die Massenfabrikation muss auf anderem Wege erfolgen. Die Schrauben werden entweder gegossen und mit Schneideisen weiter bearbeitet (C. A. 367 v a) oder nach dem Kopierverfahren geschnitten (B. 71 r, C. A. 327 r a und C. A. 355 v. b). Als die vollkommenste Erfindung Leonardo's in diesem Gebiete ist eine ganz automatische Schraubenschneidmaschine (B. 71 r und C. A. 365 r. b.) zu nennen, die schon öfters von den Forschern beschrieben worden ist.

Der Wortlaut der meisten der genannten Aufzeichnungen Leonardo's und das Studium seiner technischen Umgebung lassen darauf schliessen, dass der grösste Teil der von ihm beschriebenen Vorrichtungen der Technik seiner Zeit angehört und dass deshalb das Studium dieser Aufzeichnungen tiefere Einsicht in diese Technik ermöglicht.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. I, вып. 5

Н. К. Дормидонтов

„МАШИННЫЕ СУДА" И. П. КУЛИБИНА

Настоящая работа является попыткой охарактеризовать важнейшие этапы творческого пути Ивана Петровича Кулибина как изобретателя первого в России самоходного судна („машинного", по выражению Кулибина)

Изобретение это является несомненно одним из важнейших изобретений Ивана Петровича как по его значимости, так и по количеству труда и времени, которые были на него положены. Вот важнейшие даты работы Кулибина над этим изобретением: в 1782 г. на Неве была впервые испытана водоходная машина Кулибина; в 1802 г. Кулибин приступил к приготовлению машины для 1-го машинного судна на реке Волге; в сентябре 1804 г. производится оффициальное испытание 1-го на Волге самоходного судна; в апреле 1807 г. Кулибину возвращается на доработку проект 2-го машинного судна, усовершенствованного по сравнению с первым; в сентябре 1807 г. Кулибин передает на заключение в Адмиралтейств-коллегию проект 3-го машинного судна, еще более усовершенствованного; в октябре того же года Адмиралтейств-коллегия дает отрицательное заключение по проекту 2-го машинного судна. 10 декабря того же года заключение Адмиралтейств-коллегии вручается Кулибину. Одновременно Кулибин получает распоряжение сдать машинное судно, а равно чертежи и объяснительные записки, к нему относящиеся, Нижегородской городской думе на хранение. В 1808 г. машинное судно продается на слом.

Сохранилось огромное количество разного рода материалов, относящихся к изобретению И. П. Кулибиным машинных судов, причем наряду с оффициальными письмами и записками и законченными для передачи на заключение высших правительственных органов чертежами имеется ряд совершенно еще не систематизированных черновых набросков, записок и записочек, пометок на чертежах, эскизов и чертежей, в большинстве своем разрозненных.

Следует отметить, что записки Кулибина чрезвычайно трудно читаются в подлиннике, в виду абсолютного отсутствия знаков препи-

нания, крайней тяжеловесности изложения и путанной расстановки как отдельных слов, так и целых фраз; таким образом, указанные черновые материалы являются особенно трудными для изучения, почему нужна еще большая кропотливая работа, чтобы охватить полностью весь творческий путь Кулибина как изобретателя самоходного судна.

I. ОБОСНОВАНИЕ КУЛИБИНЫМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЫГОДНОСТИ ЭКСПЛОАТАЦИИ НА ВОЛГЕ МАШИННЫХ СУДОВ

Сохранились нижеследующие рукописные документы И. П. Кулибина по вопросу об экономической выгодности самоходных судов:

1) „Описание выгодам, какие могут быть от машинных судов на реке Волге“ (в трех экземплярах).

2) „Описание выгодам, какие быть могут от машинных судов на реке Волге, изобретенных механиком Кулибиным“.

3) „Описание, какая польза казне и обществу быть может от машинных судов на реке Волге по примерному исчислению и особливо в рассуждении возвышающихся против прежних годов цен в найме работных людей“.

Все три документа — рукописные копии того времени.

Первый документ является приложением к докладной записке Ивана Петровича, поданной им „на высочайшее имя“ в 1801 г., а именно: „Предположение, каким образом удобнее и без отягощения казны ввести во употребление на реке Волге вышеописанные машинные суда для пользы государства“.

Второй документ представляет собой более полный вариант первого с более развитой заключительной частью, что дает основание думать, что именно этот экземпляр являлся той окончательной редакцией, которая была приложена к указанной выше записке на высочайшее имя. [1]

Оба эти документа, и первый и второй, повторяют не найденный мною ни в подлиннике, ни в копии экономический расчет 1782 г., так как в них сказано: „сие примерное исчисление делано было при пробе машинного опытного судна еще в 1782 году, когда плата работным людям была несравненно малая“.

Наконец, третий документ относится к 1807 г. и является приложением к препровожденным Кулибиным при письме от 14 сентября министру внутренних дел графу Кочубею чертежам и объяснительной записке по машинным судам на отзыв в Адмиралтейств-коллегию (см. ниже, стр. 328).

При сличении экономических записок 1801 г. (первый и второй документы) и записки 1807 г. (третий документ) можно установить, что они хотя и близки по своему основному содержанию, но отличаются,

[1] Оба документа, и первый и второй, написаны на бумаге с одним и тем же водяным знаком: „I. Larking 1794“.

однако, отправными экономическими выкладками. Выкладки эти сами по себе чрезвычайно любопытны и характеризуют Кулибина как изобретателя, пытающегося экономически обосновать целесообразность своего изобретения.

Расчет стоимости рабочей силы берется в экономической записке 1801 г. по ценам 1782 г., повторяя, как было указано выше, экономический расчет 1782 г., а в экономической записке 1807 г. — по ценам 1805 г., т. е. значительно более поздним.

1782 г. — год, в котором Кулибиным, в присутствии вице-президента графа Чернышева и всех членов Адмиралтейств-коллегии, был сделан первый опытный пробег изобретенного им машинного судна, и присутствующими судно было одобрено; причем бывший костромской, а затем московский купец Милованов пожелал тогда же „произвести такия машиные суда в действо между обыкновенных на реке Волге“.

В 1804 же году, в сентябре месяце, Кулибиным было удачно опробовано первое машинное судно на Волге.

В основу экономических расчетов в обоих документах положен расчет рабочей силы. В записке 1801 г. говорится:

„Обыкновенное судно, из Астрахани с солью и другою кладью вверх по реке Волге отправляемое, должно иметь работников не менее положенного законами числа, 4 человек на 1000 пудов, следственно, на таком судне, кое поднимает всего 20 тысяч пуд груза, должно быть всего 80 человек, из коих 21 употребляется к завозу якорей, а прочие 59 человек, ходя по судну, тянут канат от завозу лямками: напротив того, к машинному с таким грузом судну в завозе должно быть 27 человек, а к машине, которая будет тянуть канат и работать стремлением речным, вместо остальных 53 человек, довольно будет для управления его только 3 человек: да сверх того для подъему и спускания машин так же и на прочие непредвидимые надобности еще 10 человек: итак, вместо 80 человек работников, употребляемых на обыкновенном судне, машинное управляться будет только 40 человеками с равным против обыкновенного судна успехом: а от Дмитровска и Саратова еще меньшим числом“...

В более поздней записке 1807 г. Кулибин обсуждает вопрос о количественном уменьшении рабочей силы, исходя из расчета 3½ работника на каждые 1000 пудов груза, перевозимого судном, вместо 4 человек работников, которых он принимал первоначально; кроме того, в основание расчета он кладет судно не в 20 000 пуд. грузоподъемностью, как выше, а судно на 12 000 пуд.:

„На каждую 1000 пуд грузу идущих из Камышина и Саратова с солью и другою кладью вверх по Волге реке судов употребляются в работе три с половиною человека; следственно на обыкновенной расшиве, нагруженной солью весом, например, 12 тысяч пудов, должно

быть работников числом 42 человека, на машинное же с таким грузом судно потребно будет из числа только половина, то есть 21 человек".

Интересно отметить, что несмотря на то, что в более позднем расчете исходные условия для сравнения рабочей силы поставлены более жесткие (3½ человека на 1000 пуд. перевозимого груза, вместо 4 человек), тем не менее в конечном итоге применение машинной тяги дает, по заверениям Кулибина, сокращение рабочей силы вдвое; к сожалению, детального расчета рабочей силы в этом позднейшем варианте расчета Кулибин не приводит, и поэтому можно предположить, что он достигает того же результата, что и первоначально, за счет усовершенствований в своем машинном судне, которые повлекли за собой упрощение ухода и обслуживания. Это тем более вероятно, что более поздняя записка написана после испытания 23 сентября 1804 г. волжской расшивы, приспособленной под машинное судно, в то время как первая записка, составленная в 1801 г., написана на основании первого испытания машинного судна, произведенного Кулибиным в 1782 г. на р. Неве.

Произведя сравнительный подсчет рабочей силы при применении самоходных судов, Кулибин переходит к вопросу об экономии в заработной плате и к вопросу о расходах на содержание и ремонт и т. д.

В записке 1801 г. он дает по этим вопросам следующие выкладки:

Оплата одного рабочего для перевода судна из Астрахани в Н. Новгород — 30 руб. с каждой тысячи пудов груза. На каждую тысячу пудов перевозимого груза требуется по закону 4 человека.

Так как машинные суда требуют в два раза меньшую команду, то с каждой тысячи перевозимого груза будет экономия на зарплате в 60 руб. Текущее содержание „машин" самоходного судна — 10 руб. на каждую тысячу пудов грузоподъемности; отсюда чистая экономия, которая может быть получена от сокращения расходов на заработную плату, составляет 50 руб. на каждые 1000 пудов перевозимого груза или 25 руб. на каждого рабочего. Принимая же во внимание, что от Астрахани и выше лежащих мест поднимается по Волге до Н. Новгорода и других выше лежащих мест за одну навигацию более 10 мил. пудов казенного груза, — можно ожидать от введения машинных судов на одной только Волге 500 000 руб. экономии.

Кулибин отмечает при этом, что все вычисления произведены им по ценам 1782 г., когда плата рабочим была несравненно ниже, чем в 1801 г., поэтому можно быть вполне уверенным, что казна получит бо́льшую выгоду и, во всяком случае, не менее исчисленных им 500 000 руб. в год.

Интересно отметить, что Кулибин, для придания своим выкладкам большей убедительности, делает попытку установить средний пробег груза: „в протчем хотя же разстояния по Волге, кои начинаются выше Астрахани и простираются до городов выше Нижнего, выдут иногда по

сложности уже и не так велики, как от Астрахани до Нижнего, где и наем работных людей с перевозу казенных грузов должен быть того менее, но в рассуждении и сего исчисления, ежели положить все разстояния по Волге генерально, уже по самой меньшей пропорции, то есть, в полы против вышеописанного от Астрахани до Нижняго, то и по сему примерному исчислению, от уменьшения работников, коих убавится из найма более 20-ти тысяч человек, а от них и будет уже оставаться в казне приращения около полумиллиона рублей, каждогодно на одной Волге, невключая других судоходных рек, к тому способных“...

Если же принять во внимание, что помимо грузового потока казны имеется еще грузовой поток частных промышленников, составляющий примерно половину от казенного, то общее количество освободившейся за счет введения машинных судов рабочей силы составит около 30 000 человек.

Поскольку обслуживающие суда рабочие набираются большей частью из хлебородных мест, они могут быть вновь переданы на хлебопашество или же на другие общественно полезные работы.

В заключительной части записки Кулибин указывает на дальнейшие экономические возможности, в связи с предполагаемым им улучшением своих машинных судов: „...расположены у меня к деланию лучшими способами такие машинные суда, кои как стремлением речным, так лошадьми и другими силами действовать могут разными образцами, последние, чем для содержания лошадей будут первых дороже, но тем в делании машин и по уменьшению еще против тех работных людей будут становиться дешевле почему и выгоды обоих их будут почти равные“.

При этом Кулибин справедливо отмечает, какое огромное значение для дальнейшего развития самоходных судов должен иметь самый опыт постройки и эксплоатации их: „производя практику, легко можно будет выбрать из всех оных судов те, кои способностию и успехом в ходу лучше других, и по оным производить делание всех последующих машинных судов“.

В записке 1807 г. экономические выкладки Кулибина построены по той же схеме, но разнятся цифровыми данными, в связи с изменившимся соотношением цен на рабочие руки.

Прежде всего произошло сокращение команды за счет, очевидно, увеличения рабочего дня. В то время как в записке 1801 г. рабочая сила принималась, по закону, по 4 человека на каждую 1000 пудов перевозимого груза, в записке 1807 г. расчет рабочей силы ведется, исходя из 3½ чел. на 1000 пуд. груза; вместе с тем произошло резкое вздорожание рабочей силы: по записке 1801 г. „на судне от Астрахани до Нижнего Новагорода“ полагалась плата одному рабочему 30 руб., а в записке 1807 г. — оплата одного рабочего (по ценам 1805 г.) прини-

мается равной для проводки судна из Камышина до Нижнего Новгорода от 55 до 65 руб. или, в среднем, 60 рублей.

Таким образом, оплата рабочей силы на простой расшиве грузоподъемностью в 12 000 пуд. будег равна: 60 × 42 = 2520 руб., так как на 12 тыс. пуд. полагается 42 чел. команды.

На машинной расшиве количество рабсилы уменьшается в два раза; таким образом, оплата рабочей силы на каждую тысячу пудов груза понизится с 210 руб. (3½ × 60) до 105 руб., т. е. даст экономии в год 105 × 12 = 1260 руб. Стоимость новой обыкновенной расшивы будет 4000 руб., дополнительная стоимость машины — 2000 руб.

Срок службы как обыкновенного, так и машинного судна Кулибин принимает равным 8 — 10 годам, в среднем 9 лет. Расходы на амортизацию, текущее содержание и ремонт машинной установки принимается равным 25 руб. с 1000 пуд. груза, а на все судно — 25 × 12 = 300 руб.

Таким образом, из имевшего место снижения расходов на рабсилу при применении машинного судна остается чистой прибыли в год 1260 — 300 = 960 руб., а за девять лет — 8640 руб.

При подсчете конечного экономического эффекта для государства, в результате введения на Волге машинной тяги, Кулибин в записке 1807 г., как и в записке 1801 г., принимает общий грузовой поток казенных грузов по Волге от Астрахани и до Нижнего и выше равным 10 млн. пуд. Поскольку машинные суда дают чистой экономии 80 руб. в год на каждую 1000 пуд. — общая экономия денежных средств у государства на перевозку казенных грузов выразится суммой около 800 000 руб.; кроме того, примерно половину этой суммы можно съэкономить на перевозке частных грузов.

Что касается расчета количественной экономии рабсилы, то записка 1807 г. повторяет в этом отношении выкладки записки 1801 г.

II. ОТНОШЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫХ КРУГОВ К ИЗОБРЕТЕНИЮ КУЛИБИНА

Первое машинное судно Кулибина было испытано на р. Неве в 1782 г. по повелению императрицы Екатерины Алексеевны комиссией в составе: вице-президента графа Чернышева со всеми членами Адмиралтейств-коллегии, в числе коих находился и адмирал Петр Иванович Пущин, и генерала-прокурора князя Вяземского. Опыт прошел успешно, результаты испытания были одобрены комиссией, но никаких конкретных шагов по реализации изобретения со стороны правительственных кругов не последовало. Однако, тогда же попытка использовать изобретение Кулибина была сделана купечеством в лице костромского, а затем московского купца Милованова, для перевозки соли на р. Волге.

С этой целью купец Милованов вошел с ходатайством в Сенат о сдаче ему на 4 года соляных поставок в город Кострому, но прошение его опоздало, и договор на поставку соли был заключен с другими.

Таким образом, попытка Милованова не увенчалась успехом (а первое машинное судно поступило в казну и находилось впоследствии в Нижнем-Новгороде в распоряжении Городской думы).

Однако, Кулибин продолжал упорно работать над усовершенствованием своего изобретения, не имея никакой материальной поддержки со стороны правительства; в результате работ над рядом изобретений у Кулибина образуются долги (так как его опыты требовали непрерывных расходов), достигшие к 1801 г. солидной для того времени суммы в 6000 руб.

Желая во чтобы то ни стало добиться использования изобретенного им машинного судна в практике волжского судоходства и принимая во внимание полную невозможность производить дальнейшие траты на осуществление этого изобретения из собственных средств, Кулибин пишет докладную записку „на высочайшее имя“: „Предположение, каким образом удобнее и без отягощения казны ввести во употребление на реке Волге вышеописанные машинные суда для пользы государства“.

Записка эта является замечательным документом, ярко характеризующим условия работы Кулибина как изобретателя.

Кулибин прекрасно отдает себе отчет в том, что только постройка реального судна и проверка его преимуществ, по сравнению с существующими несамоходными судами, в условиях эксплоатациии, сможет преодолеть консерватизм купечества, эксплоатирующего волжский флот, и заставить его пойти на неизбежные расходы, связанные с переходом на машинные суда.

В вводной части своей записки он так и указывает на это: „частные люди, отправляющие дела свои по рекам Волге и другим, по большей части или малокапитальные или, следуя издавна введенными обычаями, не помышляют о перемене дел своих в лучшую пользу, и потому, кажется мне, сколько бы ни было предлагаемо им о введении во употребление судов машинных, но, не показав прежде на самой практике их действия, то все оставаться будет без исполнения“.

Не надеясь, однако, на помощь частного капитала, Кулибин рассчитывает получить поддержку единственно со стороны „престола“, с чего он и начинает свою записку:

„Новые заведения подобного рода, сколько бы они преполезны ни были, редко получить могут даже и начало свое, не только приращение, в продолжении времени без пособия монаршего“.

Однако, несмотря на глубокое убеждение Кулибина о той огромной экономии, которую даст государству введение в эксплоатацию изобретенных им машинных судов, Кулибин не рассчитывает на то, что ему легко удастся получить поддержку от казны на реализацию своего изобретения, и строит свое ходатайство таким образом, чтобы при неудачном исходе пробной эксплоатации его изобретения казна не потерпела никаких убытков, а все убытки легли бы на самого изобретателя.

Предложение Кулибина сводится к следующему.

Прежде всего он просит о том, чтобы за ревностную его службу в течение 31 года Александр I превратил в пожизненную пенсию те суммы, которые он получает от двора, а именно: 1200 руб. уплачиваемого ему по указу Екатерины II жалованья, 600 руб. квартирных (исходя из стоимости его казенной квартиры, если ее брать по цене частных квартир), и, кроме того, 1200 руб., получаемых им по указу Павла I за содержание под Зимним замком и в Эрмитаже троих механических часов, а всего 3000 руб. в год.

Далее Кулибин предлагает для обеспечения себе средств как на производство необходимых опытов, связанных с постройкой судна, так и на производство самой постройки, выдать ему заимообразно пенсию за два года вперед с тем, что полученная им сумма (6000 руб.) будет удержана равными частями в течение 6 лет. Этим он гарантирует, что правительство не понесет никаких убытков в случае неудачного исхода опытов.

„По новости сего дела, ежели бы, паче чаяния, ходу оного судна на реке Волге повстречалось какое-либо непреодолимое препятствие, в таком непроникаемом случае с казенной стороны оное оставить; а убытки все в том производстве легли бы уже на щете как и выше сказанного реченнаго пенсиона, всеподданнейше просимого мною по смерть за известную и продолжаемую по нынешнее время мою службу“.

Таким образом Кулибин ради осуществления своего изобретения идет на материальный риск, и риск этот тем более увеличивается, что Кулибин не надеется на то, что ему хватит тех 6000 руб., которые он просит, и он думает, что вынужден будет наделать еще новых долгов: „к таковому уже на первое заведение всемилостивейшему подкреплению надеюсь я иметь и еще пособия в кредит от промышляющих на реке Волге перевозкою соляных и других грузов“.

Беря на себя всю материальную ответственность, в случае неудачи своего изобретения, Кулибин предлагает, кроме того, в том случае, если правительство убедится в действительной пользе машинных судов для перевозки казенных и частных грузов, предоставить в распоряжение казны совершенно бесплатно свое машинное судно как для эксплоатации его казною, так в качестве образца для казенных мастеров при постройке новых судов.

Следовательно, правительство, идя навстречу предложению изобретателя, не несло никакого материального риска — весь риск падал на самого изобретателя; в случае же удачи все выгоды получало полностью правительство, а награда изобретателя не определялась каким-либо фиксированным процентом от прибылей, могущих получиться в результате применения изобретения, но всецело зависела от милости правительства:

„Когда признано будет, что польза от сего изобретения происходить может в государстве навсегда уже утвердительно, то против исчисляемого в предбудущих годах приносимого от таких машинных судов казне приращения, во ободрение трудов моих и ревности, пожаловать мне такую малую часть, каковую только вашему императорскому величеству из высокомонаршия и беспредельные милости пожелать единовременном или иначе как всемилостивейше наградить будет благоугодно".

Просьба Кулибина была уважена.

В том же в 1801 г. он переезжает в Нижний-Новгород и с лета 1802 г. начинает подготовлять отдельные части машин своего самоходного судна. В качестве 1-го судна, чтобы не терять удобного для работы летнего сезона, была использована уже готовая расшива, ходившая с грузом соли.

Оборудование и снаряжение судна было закончено в 1804 г., и 23 сентября 1804 г. состоялось его испытание в присутствии гражданского губернатора А. М. Руновского, некоторых дворян и части купечества.

Судно во время пробы шло против течения, по завезенному с якорем канату, имея на себе 8500 пуд. песку, и не уступало в скорости хода шедшим одновременно с ним расшивам.

По точной отметке, судно, идя против течения на участке, имеющем среднюю для Волги скорость течения, прошло за один час 409 саж., что дает за 16-часовой рабочий день $16 \times 409 = 6544$ саж. или около 13 верст, в то время как несамоходные расшивы движутся со скоростью 10—15 верст.

В результате удачных испытаний машинного судна Кулибин передает чертежи своего изобретения в министерство внутренних дел, как это видно из ордера, данного нижегородским губернатором Руновским нижегородскому полицмейстеру Булыгину, датированного 12 апреля 1807 г.

Из того же ордера следует, что министр внутренних дел граф В. П. Кочубей передал эти чертежи товарищу министра морских сил „с тем, чтобы он приказал искусным в строении судов ведомства его чиновникам оные во всех частях рассмотреть и сделать заключения как в отношении выгод против других речных судов, одинакий груз поднимающих, так и в рассуждении удобности в постройке и возможности в починке без дальнего искусства". Однако, министерство морских сил отказалось дать свое заключение по изобретению Кулибина, так как к чертежам не было приложено достаточно полных и обоснованных объяснений, а именно: 1) не было указано, с какой скоростью судно будет поднимать груз, по сравнению с существующими несамоходными судами; 2) какова грузоподъемность судна; 3) как будет судно управляться; 4) может ли судно быть приспособлено для хода под парусами, „которые ныне в употреблении и при попутном ветре служат с немалой пользой".

В виду изложенного министерство не могло сделать никакого заключения относительно того, насколько изобретенное Кулибиным судно полезнее в эксплоатации, чем существующие суда.

Кулибину были возвращены его чертежи и описания с тем, чтобы он дополнил их требующимися для экспертизы морского министерства объяснениями и препроводил бы их через нижегородского губернатора обратно министру внутренних дел графу Кочубею для дальнейшего их направления на вторичное рассмотрение в министерство морских сил.

Примерно через 1½ недели — 23 апреля 1807 г. — Кулибин пишет письмо нижегородскому губернатору, в котором уведомляет, что он не только представит все требуемые от него объяснения и описания, но, — пишет Кулибин, — „сверх того сделаны еще но новому расположению после придуманных мною для способности управления машинами простых работных людей чертежи“. [1]

Однако, Кулибин просит дать ему на выполнение этой работы два месяца „как по разным в подробностях медленностям, так и по слабости в рассуждении лет здоровья“.

В действительности эта работа заняла у Кулибина около пяти месяцев, и только 14 сентября 1807 г. он препроводил вновь все требующиеся материалы министру внутренних дел графу Кочубею: „имею честь представить вашему сиятельству при сем особенное подробное описание, с коим возвращаю прежние чертежи, а к тому прилагаю и вновь расположенные так же со описанием на благоусмотрение вашего сиятельства“.

Собственноручный оригинал этого „особенно подробного описания“ имеет на обложке надпись: „Описание верное с белого сверенное настоящим образом“.

Описание содержит следующие разделы:

„1. Описание 1-го пробного машинного судна, механиком Кулибиным изобретенного.

2. Чертежи и объяснение 1-го опробованного машиннаго судна.

3. Чертежи и объяснения 2-го машинного вновь расположенного судна.

4. Чертежи и объяснения 3-го вновь расположенного машинного судна“.

К описанию судов была приложена, кроме того, специальная записка с экономическим обоснованием выгодности машинного судоходства (см. выше главу: „Обоснование экономической выгодности эксплоатации на Волге машинных судов.“)

Описание в целом отвечало на все те вопросы, которые были поставлены изобретателю министерством морских сил.

---

[1] Чертежи 3-го машинного судна см. ниже, стр. 341 и след.

Все пересланные Кулибиным материалы — чертежи и записки по его изобретению — были рассмотрены Адмиралтейств-коллегией, которая изложила свое заключение в специальной записке на имя министра военных и морских сил П. В. Чичагова: „Ответ на предложение № 1341 с приложением чертежей и описаний механических судов. Октябрь 31-го дня 1807 года № 869“.

Как видно из этой записки, Адмиралтейств-коллегия не одобрила изобретения Кулибина н не могла согласиться с теми основными положениями, которые выставлял Кулибин в защиту своего изобретения, а именно: экономическая выгодность и лучшие ходовые свойства, по сравнению с существующеми на Волге судами.

Возражения Адмиралтейств-коллегии сводились к следующему:

1. Стоимость рабочих рук есть величина колеблющаяся („как возвысится, так и унизится есть дело, зависящее от обстоятельств времени“), а следовательно, и прибыль, исчисляемая Кулибиным за счет сокращения стоимости рабочей силы, есть величина неопределенная: „поелику в ином году она может быть, а в другом понадобится, может статься, столько же или и более прибавить, сколько в прошедшем году приобретено...“

2. В виду крайней многосложности механизма водяных колес, Адмиралтейств-коллегия подвергает сомнению заявленную Кулибиным стоимость ежегодного ремонта — 300 руб., в особенности принимая во внимание, что ходовые снасти на машинных судах должны быть толще, а якоря тяжеловеснее, следовательно, и гребные суда, на которых они находятся (завозные лодки), должны быть больше и поэтому дороже.

3. Адмиралтейств-коллегия полагала, что бесполезный простой машинного судна весьма возрастет, по сравнению с обыкновенными судами, из-за необходимости постоянного ремонта механизмов: во-первых, потому, что при плавании по ограниченному речному фарватеру возможны частые столкновения или же прижим судов к берегу вследствие сильного течения, причем и в том и другом случае машинные суда лишатся важнейшей своей части — колес и помостов, результатом чего будет вынужденный простой для ремонта; во-вторых, машинное судно должно будет останавливаться для производства ремонта во всех случаях, „если бы и в шкивах, а наипаче в пластинах при водяных колесах, на петлях или шалнирах вращающихся, последовало какое повреждение (чему и быть необходимо и весьма часто должно)“. Кроме того, необходимость постоянного ремонта заставит иметь всегда на судне „особливых художников с материалами“.

4. Извилистый речной фарватер, наличие мелей и песчаных кос, обходить которые приходится часто на весьма близком расстоянии, явится также постоянной причиной поломки колес, тем более, что действовать на машинных судах шестами весьма затруднительно, поскольку

этому препятствует помост, имеющий слишком большие размеры как в длину, так и в ширину.

Наконец, Адмиралтейств-коллегия видела и еще целый ряд причин, которые затруднят эксплоатацию машинных судов, а именно: необходимость иметь особых мастеров, искусных в механике, так как простые плотники с постройкой механизмов не справятся, крайнюю трудность подъема вала с колесами и трудность заготовки больших бревен для балок и валов.

Что касается самого механического принципа изобретения, то против него Адмиралтейств-коллегия не возражала: „Кажется, нет сомнения, чтобы оно не могло иметь движения против течения с помощью однако завоза".

Заключение Адмиралтейств-коллегии было вручено Кулибину через нижегородского полицмейстера Булыгина (на копии с копии заключения имеется собственноручная расписка Кулибина: „получена 10 декабря").

При этом в ордере от 3 декабря 1807 г. на имя Булыгина, выданном ему начальником губернии, говорится, что на основании записки с отзывом Адмиралтейств-коллегии, переданной министром военных и морских сил министру внутренних дел графу Кочубею, последний требует объявить о содержании этой записки Кулибину и „уведомить его при том, что засим его сиятельство не может уже приступить к удовлетворению желания его о обнародовании изобретения сего".

Последним этапом в истории машинного судна Кулибина является нижеследующий документ, напечатанный В. Г. Короленко в его „Материалах к биографии Ивана Петровича Кулибина":

„Дело по предписанию исправляющего должность нижегородского гражданского губернатора господина вице-губернатора и кавалера, коим требует представить к нему предъявленные механиком Кулибиным на машинное судно чертежи и о протчем. — Началось февраля 15 1832 года".

В деле этом на отношении канцелярии нижегородского гражданского губернатора на имя Нижегородской городской думы от 12 февраля 1832 г. за № 579 с требованием „отыскать представленные Кулибиным, требуемые департаментом путей сообщения чертежи со всеми приложениями доставить ко мне без малейшего промедления" — значится следующая справка:

„Прошлого 1807 года июля 28 числа от бывшего господина нижегородского губернатора Руновского вследствие предписания его сиятельства г. министра внутренних дел и кавалера графа Виктора Павловича Кочубея предложением думе велено построенное механиком Кулибиным машинное судно, поступающее в казенное ведомство, с имеющимися на нем железными и другими материалами по препровождаемой описи принять в свое смотрение впредь до повеления и дав механику

Кулибину в приеме оного надлежащую расписку, каковое судно и было бывшим тогда градским старостою Сергеем Оловягиным принято и находилось оное под ведением того пченина (?) до 1808 года,[1] впоследствии же времени, как из указа губернского правления видно, оное судно с предписания его сиятельства г. действительного тайного советника сенатора министра внутренних дел и кавалера князя Алексея Борисовича Куракина к тому господину бывшему губернатору Руновскому по докладу г-м сенатором Куракиным государю императору, по ветхости и неудобности того машинного судна к хранению, губернскому правлению велено продать с публичного торгу, каковое судно в том губернском правлении[2] продано коллежскому ассесору Зеленецкому за 200 руб. Приказали с прописанием справки его высокородию исправляющему должность нижегородского гражданского губернатора господину вице-губернатору и кавалеру донести со объяснением, что никаковых упомянутых чертежей изобретенным механиком Кулибиным машинным судам со всеми принадлежащими к ним приложениями кроме только одной (описи тому судну)[3] приемной данной механику Кулибину от думы квитанции представлено не было, с каковой (описи) квитанции представить его высокородию копию“.

III. СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ КУЛИБИНА

Идея использования силы течения для движения судов не только по течению — сплавные суда, — но и против течения — самоходные суда — была уже выдвинута изобретателями, жившими значительно ранее Кулибина.

Описание и чертежи судна, движущегося против течения силою самого течения, мы находим, например, еще за 27 лет до рождения Кулибина в „Книге о способах, творящих водохождение рек свободное“, напечатанной „в царствующем великом граде Москве лета господня 1708, в июне месяце“.

На страницах 119—126 этой книги читаем следующее:

„Махина объявленная чрез патера Шала [имя изобретателя] была вымышлена через господина Гравилла, отведывана была в Лионе городе, на суднах нагруженных солью. Сия махина употребляетца, чтоб суднам вверх плыть, на реках самых быстрых без парусов, без весел и без всякой трудности, и имеет она сие за партикулярное или особливое дело, что выбирает от себя место быстрейшее.

„С сею махиною не держать расходу на лошадей, который зело велик есть, понеже надобно пятьдесят или шестьдесят лошадей, чтоб

---

[1] Зачеркнуто: „июля 21-го“.

[2] Очевидно, и торги происходили не от Думы.

[3] Слова в скобках зачеркнуты. Очевидно составитель бумаги колебался назвать этот документ описью. Копии ее в данном деле нет.

тянуть едино судно с солью на реке Роне, и случаетца тако, что единожды по правя корму худо судно часто единым разом втаскивает всех тех лошадей в реку, и утопляет некоторую часть".

Как видно из чертежа (см. фиг. 1) машина состоит из двух гребных колес с радиальными плицами. Диаметр колес — 12 футов. Колеса расположены по обоим бортам судна и насажены на общий горизонтальный вал, диаметр которого постепенно уменьшается к середине. Канат, помощью которого судно движется, делает на валу лишь 2—3 петли, причем благодаря утонченному в середине валу не имеет перемещения поперек судна.

Колеса устроены таким образом, чтобы их можно было устанавливать при помощи специального приспособления на любой высоте, в зависимости от осадки судна (на чертеже это приспособление не указано).

Действие гребного механизма следующее: один конец каната привязывается к какому-нибудь неподвижному предмету на берегу — столбу, дереву, а другой конец захлестывается двумя-тремя шлагами, т. е. обвивается два-три раза вокруг гребного вала: течение реки давит на лопасти колес, отчего колеса приходят в вращение, канат наматывается на гребной вал, и судно движется против течения; другой конец каната сбегает с вала в лодку и укладывается на дно ее.

Неудобства эксплоатации заключаются в следующем: первоначальная трудность: „складывать канат по мере как он в судно впадает. Вторая — есть способ его перенести, чтоб на берегу привязать, потом вода, которая входит в судно с канатом и которая может попортить товары, или соль подмыть и истаять в суднах, которые обыкновенно ходят на реке Роне".

В качестве способа для устранения первой трудности предлагается иметь при судне маленькую лодку, в которой будет складываться сбегающий конец каната, причем снарядить эту лодку „великим круглым стулом или деревом четырех или пяти футов диаметра, чтоб канат на нем вертеть, и тако никогда трудности и смущения не будет".

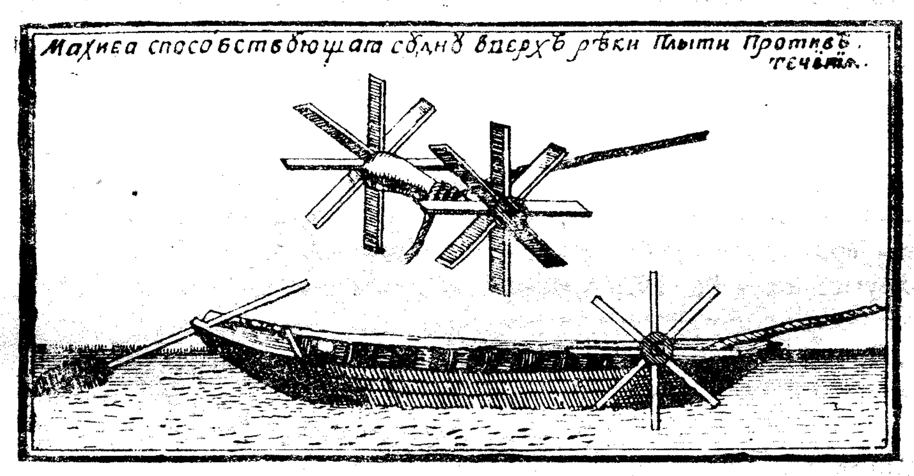
Что касается перевозки каната, то для этой цели надо иметь двух лошадей, которые завозили бы канат и, кроме того, не один, а два или три каната, чтобы как можно меньше терять времени на бесполезный простой: пока лодка движется против течения по одному канату, лошади по берегу завозят уже другой канат.

Наконец, чтобы избежать затопления лодки водой, стекающей с мокрого каната, „надобно имети смоленый холст напереди того места и выливать воду почаще, еще боязни никакой не будет".

Лодки, снабженные такого рода гребным аппаратом, имея только один канат и не имея лошадей, проходили реку Рону в 42 дня, причем половину этого времени теряли на перемену каната: таким образом при наличии двух лошадей путь сократился бы до 18—20 дней, причем команды потребовалось бы в два раза меньше, чем при бечевой тяге

лошадьми. Изобретатель заявляет, что его изобретение может быть с успехом применено на всех реках Франции и что причина, по которой изобретение не вошло в жизнь, лежит не в несовершенстве изобретения, но „от некоторых партикулярных или особливых противностей, которые учинили инвентору или вымышленнику оной махины“.

Изобретатель патер Шаль, водоходное судно которого описывается в „Книге о способах, творящих водохождение рек свободное“ — есть не кто иной, как иезуит и профессор Claude Francois Milliet de Chales (Dechales). Claude de Chales родился в Шамбери в 1621 году, [1] вступил в орден иезуитов в 1636 г. и в течение девяти лет преподавал гуманитарные науки и риторику. Несколько лет он провел в качестве



Фиг. 1.

миссионера в Турции; по его возвращении во Францию, Людовик XIV назначил его профессором гидрографии в Марсель.

Затем он преподавал в „Collège de la Trinité“ в Лионе: в течение 4 лет философию, в течение 7 лет — математику и в течение 5 лет — теологию. Кроме того, он имел приход в Шамбери. Умер в Турине в марте 1678 г.

Важнейшими его трудами являются:

1. Euclidis elementorum libri XIII etc. 1660.
2. Cursus seu Mundus mathematicus, 3 vol. 1674.
3. Principes généraux de la géographie mathématique. Paris, 1676.
4. Les éléments d'Euclide expliqués d'une manière nouvelle et très facile. Paris, 1677.
5. L'art de naviguer démontré par principes et confirmé par plusieurs observations etc. Paris, 1677.
6. L'art de fortifier etc. Paris, 1677. [2]

---

[1] По некоторым источникам в 1611 г. или в 1624 г.

[2] См.: 1. J. C. Poggendorff. Biographisch-literarisches Handwörterbuch. Leipzig, 1863, стр. 557. — 2. Bibliothèque de la Compagnie de Jésus. Bibliographie, tome II, Paris, MDCCCXCI, стр. 1040—1044.

„Книга о способах творящих водохождение рек свободное“ пересказывает главу „Naviguer contre le courant d'un fleuve rapide sans rames, sans voiles, sans tirer le batteau“ труда „L'art de naviguer“.

Вот дословный перевод этой главы:

„Это предложение кажется парадоксом, но тем не менее оно весьма правдоподобно и проверено на практике. Можно даже добавить, что чем сильнее течение реки, тем легче судну плыть против течения и избежать всех трудностей, которыми сопровождается тяга судов против течения.

„В то время как обычно, при тяге вверх по течению, избегают стрежня реки и выбирают места с минимальным течением, что часто является причиной посадки судов на мель, предлагаемый метод использует всегда фарватер с наиболее быстрым течением. Он не требует применения лошадиной тяги, что дает солидную экономию средств, поскольку для того, чтобы тянуть барку с солью вверх по Роне, употребляют 50—60 лошадей, непрерывно подвергающихся всякого рода несчастным случаям: случается часто, что неудачный поворот руля тянет в воду и топит в реке 20—30 лошадей. Я оставляю в стороне ряд других случайностей, которые могут быть избегнуты благодаря предлагаемому методу тяги.

„Положим, что, судно, которое должно подниматься вверх по течению есть А—В [см. фиг. 2].

„На судне устанавливаются гребные колеса, по типу мельничных, смонтированные на одном и том же валу: колеса, которые испытывали мы, имели диаметр вала 3—4 фута. Колеса располагают таким образом по бортам судна, что их можно поднимать или опускать в зависимости от горизонта воды по отношению к судну.

„Диаметр гребного вала уменьшается от концов к середине; поскольку тяговый трос перекидывается через гребной вал только двумя или тремя шлагами,[1] он не скользит вдоль вала, а обвивается всегда вокруг средней его части, как это имеет место на кабестанах. Желательно иметь несколько длинных тросов, чтобы пользоваться ими по очереди.

„Один конец троса привязывается к свае, дереву или какому-нибудь другому неподвижному предмету на берегу, а другой конец перекидывается (как было указано выше, двумя-тремя шлагами) через гребной вал, находящийся на судне. В результате судно, поставленное против течения, движется против него, без применения какой-либо внешней тяги.

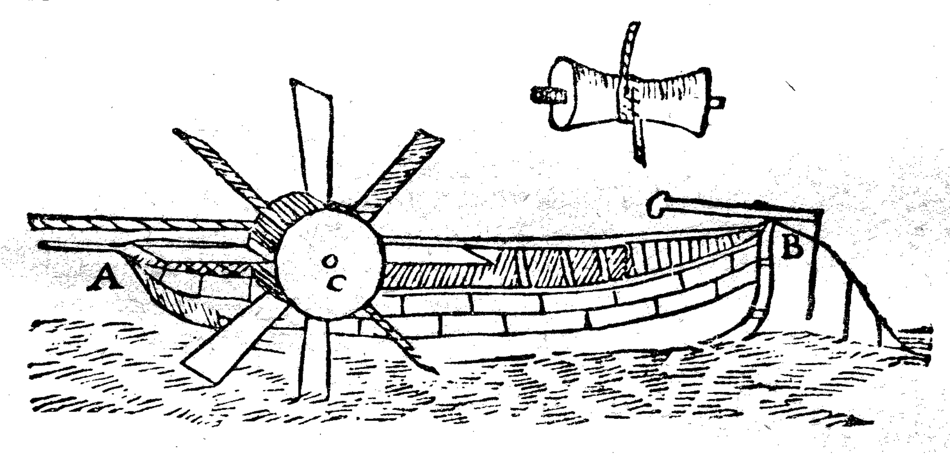
„**Д о к а з а т е л ь с т в о.** Сопротивление, которое представляет поток воды движущемуся судну есть величина конечная и уменьшается одновременно с уменьшением скорости движения судна:“

---

[1] Шлаг — петля троса, охватывающая вал.

„Сила течения реки, заставляющая вращаться колеса, в три раза более сопротивления воды движению судна, поскольку когда судно делает три или четыре фута, окружность колес, которые приводит в движение река, проходит двенадцать футов".

Как видно из приведенного доказательства, автор считает сопротивление воды движению пропорциональным скорости движения относительно берега, а силу сопротивления воды движению судна автор считает во столько раз меньшей давления воды на плицы (лопасти) гребного колеса, во сколько раз скорость движения судна относительно берега меньше окружной скорости плицы гребного колеса. Этот вывод автора основан, повидимому, на наблюдаемом им явлении скольжения[1] гребных колес, причем оценка скольжения дается автором неправильно, поскольку он сравнивает с окружной скоростью колеса, как было указано выше,



Фиг. 2.

не скорость судна относительно тихой воды, а скорость относительно берега.

При этом автор совершенно не касается вопроса о соотношении между погруженной поверхностью судна и площадью погруженных в воду плиц гребного колеса, в то время как погруженная поверхность судна определяет его сопротивление, а погруженная площадь плиц — упор. Совершенно очевидно, что de Chales, стоявший на уровне современных ему знаний, не мог дать правильного теоретического обоснования изобретенного им гребного колеса.

Если мы обратимся к гребным колесам современных судов, то увидим, что движущая сила гребного колеса является результатом реакции воды, отбрасываемой его плицами; при этом импульс упора на плицы равен приращению количества движения отбрасываемой воды.

[1] Под скольжением гребного колеса, работающего в воде, мы подразумеваем уменьшение поступательной скорости колеса, по сравнению той скоростью, которую имело бы это колесо, если бы катилось не в воде (жидкая среда), а по неподвижной рейке.

Таким образом механическая энергия двигателя (паровая машина, дизель) превращается в упор гребного колеса, преодолевающий сопротивление воды движению судна,

В колесах de Chales мы имеем обратный процесс: упор гребного колеса превращается в механическую энергию простейшего двигателя — горизонтального ворота, наматывающего тросс и подтягивающего судно против течения реки к свае, к которой был закреплен завезенный предварительно вверх по течению канат.

„Мы имели случай проверить этот принцип в июне не только с порожним судном, но и с баркой, груженой солью. Господин de Graville нашел это изобретение очень ценным.

„Я должен предупредить, что причина, по которой не используют это изобретение, лежит не в недостатках машины, поскольку она дает, как меня в этом уверяли и показывали, экономию расходов более, чем на три четверти, а в некоторых препятствиях частного характера. Я это отмечаю нарочно, чтобы, если это изобретение не привьется, о нем не забыли, исходя из ложного предположения о том, что оно не удачно, поскольку его не применяют.

„Следует указать на несколько трудностей, которые могут встретиться на практике; так, например, для переноски троса приходится пользоваться двумя лошадьми. Необходимо также особое приспособление для того, чтобы быстро складывать трос, что может быть выполнено в небольшой лодке, идущей рядом с груженой баркой, путем укладки его в бухту диаметром 4 — 5 фут.

„Нужно также достаточно ловко производить замену тросов, чтобы не терять на это много времени: их следует иметь не менее двух, а лучше три, и при этом достаточно длинных.

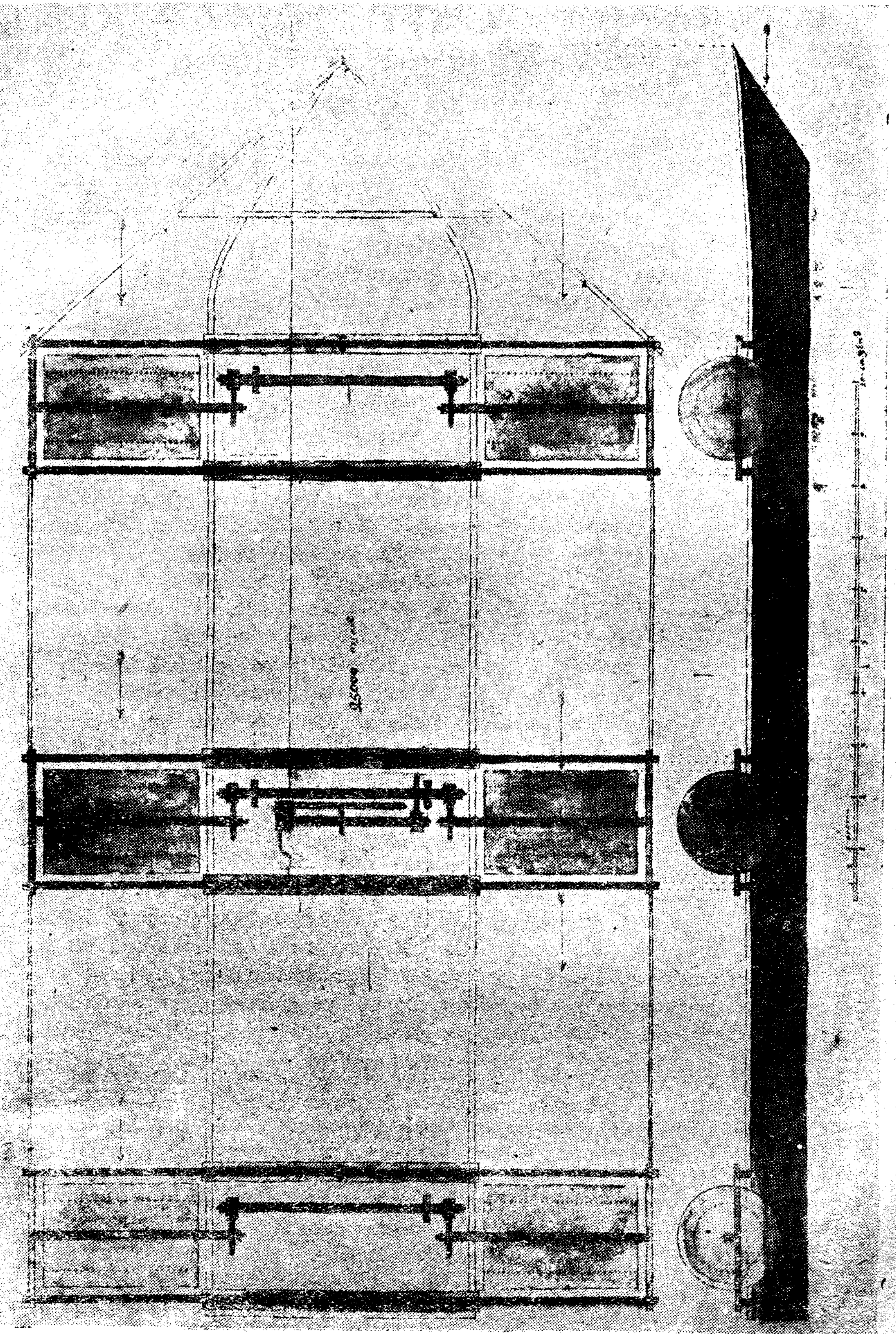
„Барки, идущие с моря в Лион с солью, приходят на тридцать третий, тридцать четвертый день при тяге 50 — 60 лошадьми.

„Судно, на котором было применено настоящее изобретение, пришло на 42-й день, имея лишь один трос; при этом, согласно подсчета, половина этого времени была потеряна на завоз троса; отсюда я заключаю, что поскольку Рона обладает сильным течением, можно при наличии двух лошадей и значительно меньшей команды, чем на существующих судах, пройти то же расстояние в 18 — 20 дней.

„Следует покрыть соль смоленым холстом в месте прохода троса, поскольку он бывает мокрым, отчего соль может растаять.

„Настоящее изобретение может быть применено на всех водных путях Франции, за исключением Соны“.

Идея машинных судов Кулибина полностью повторяет идею изобретения патера de Chales: те же гребные колеса, вращаемые силою течения реки и наматывающие канат на гребной вал; разница лишь в том, что в то время, как канат у патера de Chales завозился по берегу лошадьми и закреплялся за какой-либо неподвижный предмет



Фиг. 3.

на берегу, у Кулибина канат завозился специальной лодкой (завозней) и конец его удерживался якорем.

О различии же или сходстве между отдельными деталями гребных механизмов обоих изобретений не представляется возможным судить, так как приведенные выше чертежи изобретения патера de Chales, заимствованные как из книги „L'art de naviguer", так и из цитированной выше „Книги о способах, творящих водохождение рек свободное", являются фактически схематическими рисунками и не дают никакого представления о деталях изобретения.

Равным образом не представляется возможным судить и о том, знал ли Кулибин об этом изобретении: во всяком случае, он в своих рукописях нигде не намекает на какое-либо заимствование идеи своих машинных судов.

По всем трем машинным судам, изобретенным Кулибиным, чертежи и описание которых препровождены им на заключение в министерство морских сил, сохранились (в оригинале) объяснительные записки к чертежам; что касается чертежей, то сохранился лишь комплект — не полный — чертежей по 3-му машинному судну.

Поэтому ниже будет подробно разобран только третий вариант машинного судна Кулибина.

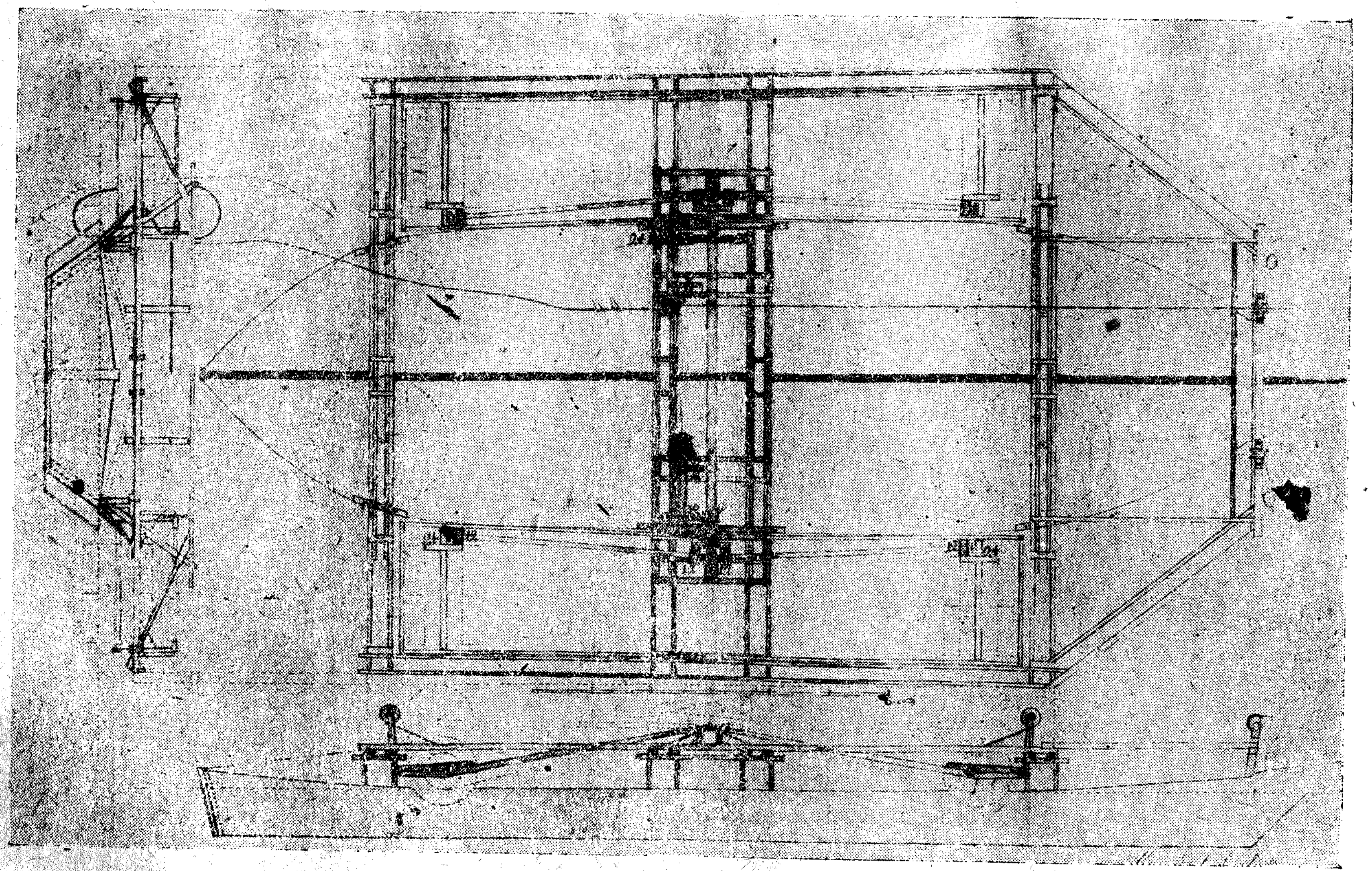
Тем не менее, чтобы видеть, каким образом пришел Кулибин, путем постепенных добавлений, изменений и усовершенствований отдельных деталей, к 3-му более совершенному типу, мы приводим, прежде чем перейти к описанию 3-го судна, важнейшие данные из описаний 1-го и 2-го судна.

В описании 1-го пробного машинного судна Кулибин характеризует прежде всего те суда, на которых он предполагает использовать свое изобретение: „суда, на коих я предполагаю быть машинам, не другой какой фигуры, как самые те, кои ходят ныне на Волге".

Суда эти совершали плавание от Астрахани, Черноярска, Камышина, Саратова и других мест — до Нижнего и до Рыбинска с разными казенными и частными грузами и назывались „расшивами" [1]. Расшивы строились больших и малых размеров, прочной конструкции и служили 7—10 навигаций, были весьма близки друг к другу по конструкции и

---

[1] „Расшивы. От глагола шить, что равносильно скрепить, сколотить и проч. Суда, в настоящее время вышедшие из употребления, но до появления на Волге пароходов и барж были употребительными грузовыми судами, ходили вниз и вверх по Волге с грузом между Рыбинском, Нижним-Новгородом и Астраханью, а также по некоторым притокам Волги. Размерами они были: длиною от 15 до 25 саж. и шириною от 4 до 5 саж., высота бортов от 18 до 20 четвертей аршина. Строились они довольно основательно, с прочной палубой и служили до 8—10 лет. Лес для постройки употреблялся сосновый и еловый, обшивка бортовая и днище крепились железными гвоздями, конопатились паклей и засмаливались смолою" (С. П. Неуструев. Словарь волжских судовых терминов. Н. Новгород, 1914).



Фиг. 4.

внешнему виду, но резко различались соотношениями главных элементов — длины, ширины и осадки: „ежели взять два судна, одинакий груз имеющие, например по 15000 пудов, то одно из них выдет другого длиннее и уже, а другое короче и шире; так же и в ходу одно идет глубже, а другое мелче.“ При этом Кулибин делает совершенно правильное заключение, что более узкие и длинные расшивы должны быть более быстроходными. Ходили расшивы, как и все судна того времени, бечевой тягой или под парусами.

Как было уже указано выше, для первого машинного судна была взята готовая расшива.

Удачный опыт испытания 1-го машинного судна [1] внушил Кулибину уверенность в важности и полезности его изобретения и вместе с тем обнаружил необходимость дальнейших улучшений в конструкции водоходной машины:

„Сей практический опыт машинного судна открыл мне путь и доказал совершенную возможность к построению и произведению в действие с наилучшим успехом других машинных судов на реке Волге, ибо при толикой многосложности и тяжеловесности машины, которую переделками уменьшить и поправить по желанию, по причине невыгодности фундаментального основания на сем судне, было уже невозможно, но и при всем том действии разнилось оно успехом своего хода с другими расшивами, завозом без машин идущими. Вновь же расположенная для судов машина первых малосложнее для хода судов должна быть легче, а для очевидного их сравнения и вероятия, как первому опробованному, так и вновь расположенному судам с машинами следует при сем приполнительное объяснение и прилагается чертеж“.

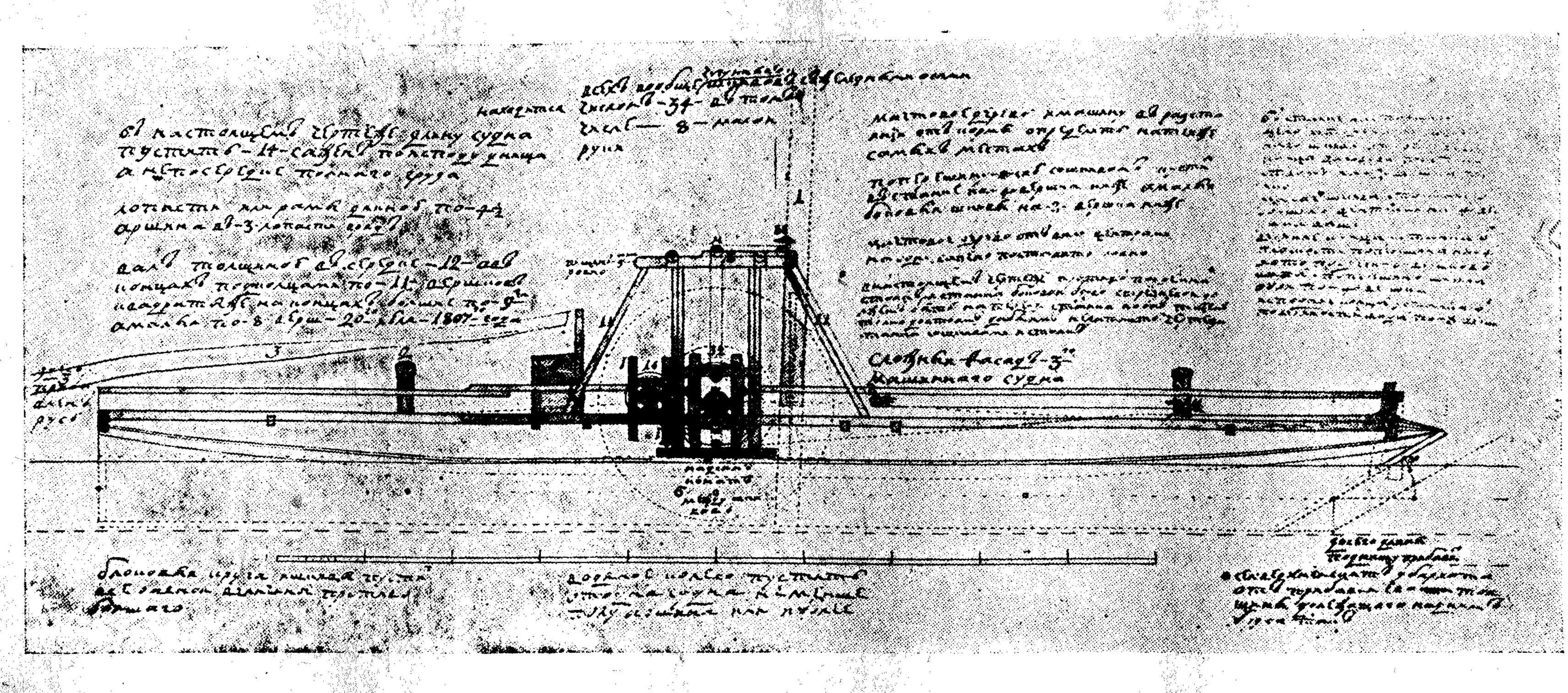
К сожалению, чертежи, которые были приложены к „приполнительному“ объяснению, не сохранились. Сохранились лишь чертежи (очевидно, предварительные) судна с 4 гребными колесами, — по всей вероятности, если судить по описанию, 2-го судна, не имеющие, однако, тех литерных обозначений, которые приведены в тексте. Поэтому текст объяснений, непрерывно поясняемый ссылками на эти чертежи, не дает возможности составить ясное представление о механизме 1-го и 2-го судна, по сравнению с 3-м судном.

Несомненно одно, что улучшение машинных судов шло по еле, дующим основным направлениям:

1. Уменьшение числа гребных колес, а следовательно, и числа гребных валов и передач. В предварительных эскизах — 6 колес (фиг. 3)· в объяснениях 1-го и 2-го машинного судна — 4 колеса (см. также фиг. 4), в проекте 3-го машинного судна — 2 гребных колеса (фиг. 5 и 6).

---

[1] Первого на Волге и второго по счету, так как первое было испытано на р. Неве.



Фиг. 5.

2. Параллельное с сокращением числа гребных колес сокращение площади бортовых обносов (специальных помостов, вынесенных за борта судна и служащих для ограждения и защиты гребных колес, их монтажа и обслуживания), в результате чего 3-е машинное судно Кулибина приближается по своим очертаниям к современным речным буксирным колесным пароходам.

3. Упрощение передачи от гребных валов к катушкам для наматывания троса, т. е. упрощение самого двигательного механизма.

4. Упрощение и облегчение веса устройств для подъема и опускания гребных колес, в зависимости от осадки судна.

IV. ОПИСАНИЕ ТРЕТЬЕГО МАШИННОГО СУДНА

Главные элементы 3-го машинного судна следующие:

Наибольшая длина (по масштабу чертежа)	32.75 м
Длина по дну	29.82 „
Ширина корпуса без обносов гребных колес	8.52 „
Ширина по днищу	6.39 „
Ширина судна с обносами (по масштабу чертежа) .	16.07 „
Высота судна при ⊗ („ „ „) .	1.65 „
Осадка груженого судна при грузе 200 т	1.60 „

Детальные чертежи 3-го машинного судна (фиг. 5, 6, 7, 8, 9) дают нам исчерпывающее представление о его конструкции. На фиг. 7 воспроизведено факсимиле автора, изображающее все те буквы, которыми он пользуется для обозначений на чертежах: „сии литеры ставить во описании 3-го машинного судна“.

На гребной вал *а*, расположенный поперек судна в средней части, насажены по концам гребные колеса *б*; в диаметральной плоскости судна на тот же гребной вал насажено зубчатое колесо в, имеющее 32 зуба; в корму от гребного вала параллельно и в непосредственной близости к нему установлен валик *г* с насаженной на нем шестерней д с 16 зубьями, сцепляющейся с зубчатым колесом *в* гребного вала; на концах валика *г* насажены турачки (швартовые муфты) — *е* (у Кулибина „навои“ — от слова „навивать“). Механизм движения судна следующий.

Судно развертывается против течения. Под действием силы течения гребные колеса *б* (фиг. 5, 6 и 7) приходят во вращение и вращают вал *а*, вращающий, в свою очередь, посредством зубчатой передачи, вал *г*; при вращении, вала *г* вращаются турачки е. Через турачек е перекидывается несколькими шлагами конец каната (на фиг. 6 канат обозначен цифрой 5). Самый канат, уложенный в бухты и оканчивающийся на другом конце якорем, в специальной лодке завозится вверх по течению, постепенно разматываясь, пока не будет выброшен из лодки на всю длину, после чего он закрепляется на якоре.

Фиг. 6.

Турачек *е*, вращаясь, выбирает канат, и судно движется вверх по течению до тех пор, пока весь завезенный канат не будет выбран, после чего операция завоза и выбора каната повторяется снова.

Турачки е имеют разные диаметры: на турачек с бóльшим диаметром навивается завезенный канат, помощью которого движется судно на участках реки со слабым течением, а на муфту с меньшим диаметром — на участках с сильным течением.

Гребной вал покоится на специальных подшипниках, расположенных по бортам судна (фиг. 6, 8 и 9).

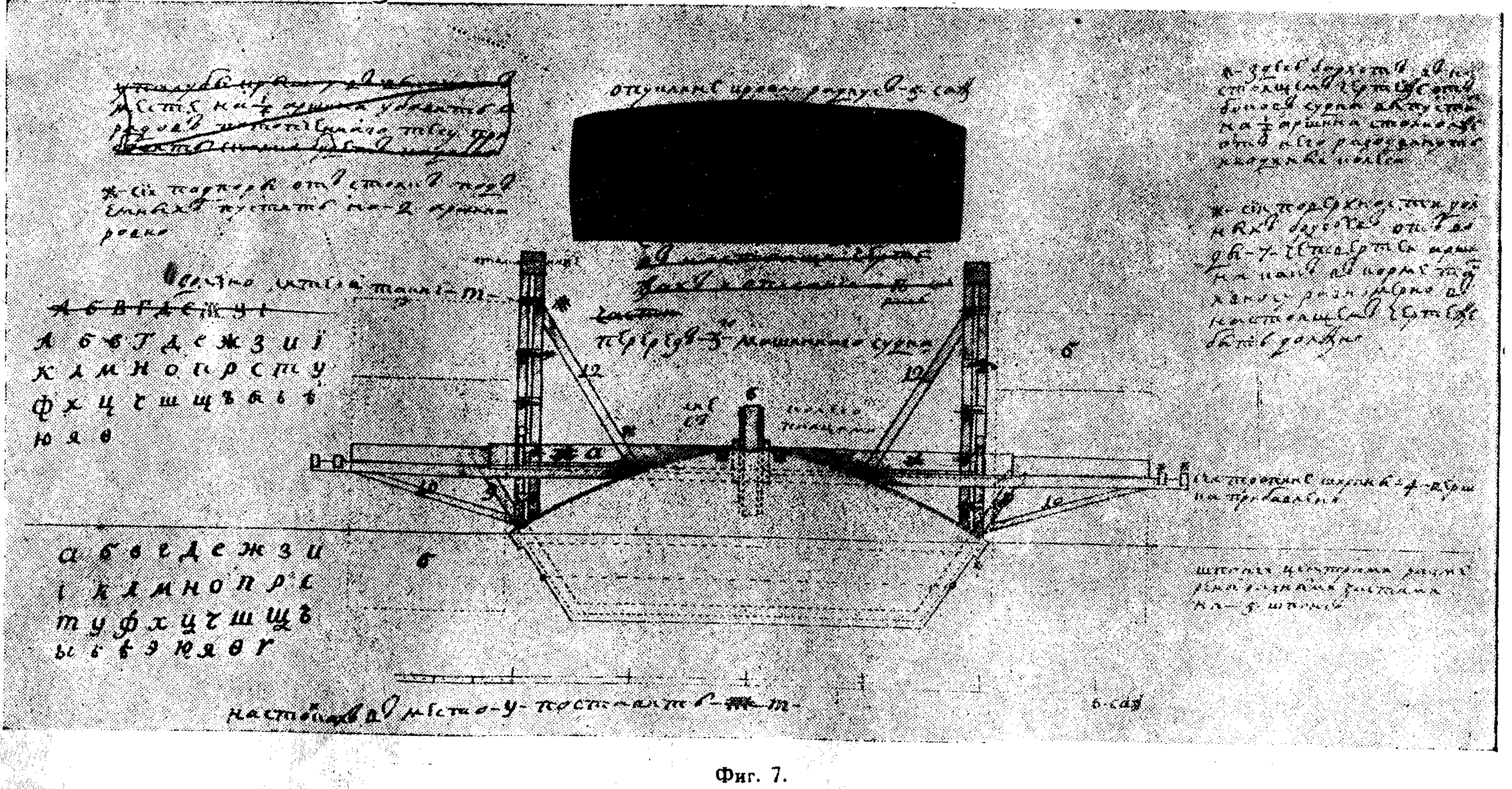
Для этой цели на вал насажено по два кольца *ж* из полосового железа 90 мм $\times$ 17 мм, из которых одно кольцо—плоское, в виде обруча, а другое — в виде. диска; плоское кольцо покоится на двух чугунных роликах и соприкасается с двумя такими же роликами, центры вращения которых лежат на одной горизонтальной оси с центром гребного вала; все четыре ролика *з* вместе являются для гребного вала опорными подшипниками; в свою очередь, дисковое кольцо препятствует смещению гребного вала поперек судна (вдоль своей оси), благодаря тем же чугунным роликам *з*, с ним соприкасающимся (фиг. 6, 8 и 9). Таким образом, диски препятствуют плоским кольцам вала сойти со своих подшипников.

Малый вал *г* имеет в качестве подшипников совершенно аналогичную систему из трех роликов *и*; ролики *и* вращаются при этом в отверстиях, сделанных в деревянной станине *j*; носовые стойки станины *j* имеют у своего основания шарниры *к* (фиг. 5 и 9), вокруг которых станина *j* с покоящимся на ней малым валом может быть повернута помощью специального рычага, усилием одного рабочего, благодаря чему шестерня *д* может быть по желанию сцеплена или расцеплена с зубчатым колесом *б* гребного вала.

Всякий раз, когда при движении судна необходимо поднять гребной вал, предварительно расцепляется шестерня *д* и включается вновь лишь по опускании вала.

Совершенно аналогично малому валу *г* шкивы *з* гребного вала смонтированы на станине *л* и вращаются в ее прорезах; в верхней поперечине станины *л* вращается одношкивный блок *м*; такой же одношкивный блок *н* вращается в верхней поперечине парных вертикальных стоек *ш*, укрепленных по обе стороны от станины *л*; в нижней поперечине станины *л* вращается одношкивный блок о несколько меньшего диаметра, чем блоки *м* и н; такого же диаметра, как блок о, установлен еще блок п, смонтированный на поперечине, укрепленной на борту судна и являющейся основанием для указанных выше стоек *ш*; наконец, с наружными кромками вертикальных стоек станины *л* совпападают оси роликов *р*, несколько меньшего диаметра, чем ролики *з*.

Шипы поперечных горизонтальных брусьев станины *л* пропущены (см. фиг. 9) сквозь вертикальные брусья и концами своими с входят



Фиг. 7.

в промежуток между парными стойками *ш* с таким расчетом, чтобы между вертикальными поверхностями шипов и стоек оставался зазор 5.5 мм.

Парные стойки *ш* скреплены между собою по высоте пятью шпонками *у* (см. фиг. 9; на фиг. 7 те же шпонки обозначены литерой *т*; надпись автора: „должно литеры такие *т*“).

Благодаря указанному выше зазору между стойками *ш* и шипами *с*, станина *л* с монтированным на ней валом и гребными колесами может скользить вверх и вниз между стойками *ш*; для того, чтобы избежать заедания при поднимании и опускании станины *л*, ролики *р* катятся по направляющим из полосового железа, врезанным в вертикальны стойки *ш* (см. фиг. 9 — план).

Для облегчения производства операций по подъему и опусканию гребного вала, Кулибин конструирует специальную систему канатов и блоков.

Канат ч, толщиною 4 дм., продевается в горизонтальную скважину, просверленную в нижней части вертикальных стоек станины *л*, а затем поднимается между парными стойками *ш* вверх, охватывая желобки, выдолбленные в шипах *с* (см. фиг. 9), и, наконец, огибает чугунные шкивы *х*, укрепленные в верхнем горизонтальном венце, схватывающем парные стойки *ш*.

К обеим концам каната ч подвешиваются чугунные гири *ц*, с таким расчетом, что когда гребной вал находится в самом нижнем положении, гири находятся под самым горизонтальным венцом, в котором укреплены шкивы *х*.

Таким образом, на оба борта имеется всего 4 гири, причем общий вес их взят несколько меньшим, чем вес гребного вала с колесами и со всем к нему относящимся (станины *л* и подшипники).

Подъем и опускание гребного вала производится при помощи носового шпиля (ворота) следующим образом:

Для подъема вала служит канат толщиною 3 дм., середина которого закреплена в точке *щ* в верхней части шпиля; от шпиля концы каната расходятся к бортам к шкивам *ъ*, обходят их снизу и затем поднимаются вверх и перекидываются через шкивы *ы* и *н* (см. фиг. 9), смонтированные на венце, схватывающем стойки *ш*; со шкивов *н* канат опускается вниз, огибает шкив *м*, закрепленный в верхней поперечине станины *л*, после чего снова поднимается и входит в скважину *ь* указанного выше венца, где и закрепляется.

Когда канат с системой блоков для поднятия вала смонтирован, необходимо поднять воротом гребной вал на предельную высоту, т. е. так, чтобы верхние грани вертикальных стоек станины *л* коснулись нижней грани верхнего венца, причем предельная высота подъема равняется 2.15 м (3 арш.). Чтобы задержать вал в поднятом состоянии, необходимо надежно закрепить рычаги шпиля.

Фиг. 8.

После того как гребной вал закреплен в крайнем верхнем положении, приступают к монтажу приспособления для спуска вала.

Для этой цели закрепляют второй канат (той же толщины 3 дм, серединой его, к нижней части шпиля в точке *ъ*.

Канат этот, обозначенный на фиг. 9 буквой ю, разводится от шпиля к борту судна, огибает снизу шкив *п* и, поднявшись, огибает сверху шкив о (оба шкива п и о смонтированы в нижней части станины *л*), после чего снова опускается вниз и входит в скважину э, рассверленную в нижнем неподвижном горизонтальном брусе, являющемся основанием для всего подъемного устройства, где и закрепляется.

Описанное устройство обеспечивает подъем вала при вращении шпиля по направлению движения часовой стрелки и спуск вала — при обратном вращении шпиля.

Чтобы иметь возможность наилучшим образом уравновесить вал с колесами и всем подъемным устройством, к гирям *ц* могут добавляться плоские круглые довески с прорезом для охвата каната ч.

При хорошо уравновешенном вале, для подъема и опускания его на шпиле должны работать лишь 2 человека.

Когда вал поднят или опущен на нужную высоту, вымбовки шпиля вынимаются, чтобы не мешать передвижению команды по палубе.

Оси всех подшипниковых роликов и канатных шкивов скреплены с ними неподвижно и вращаются в железных гнездах со смазкой салом или маслом.

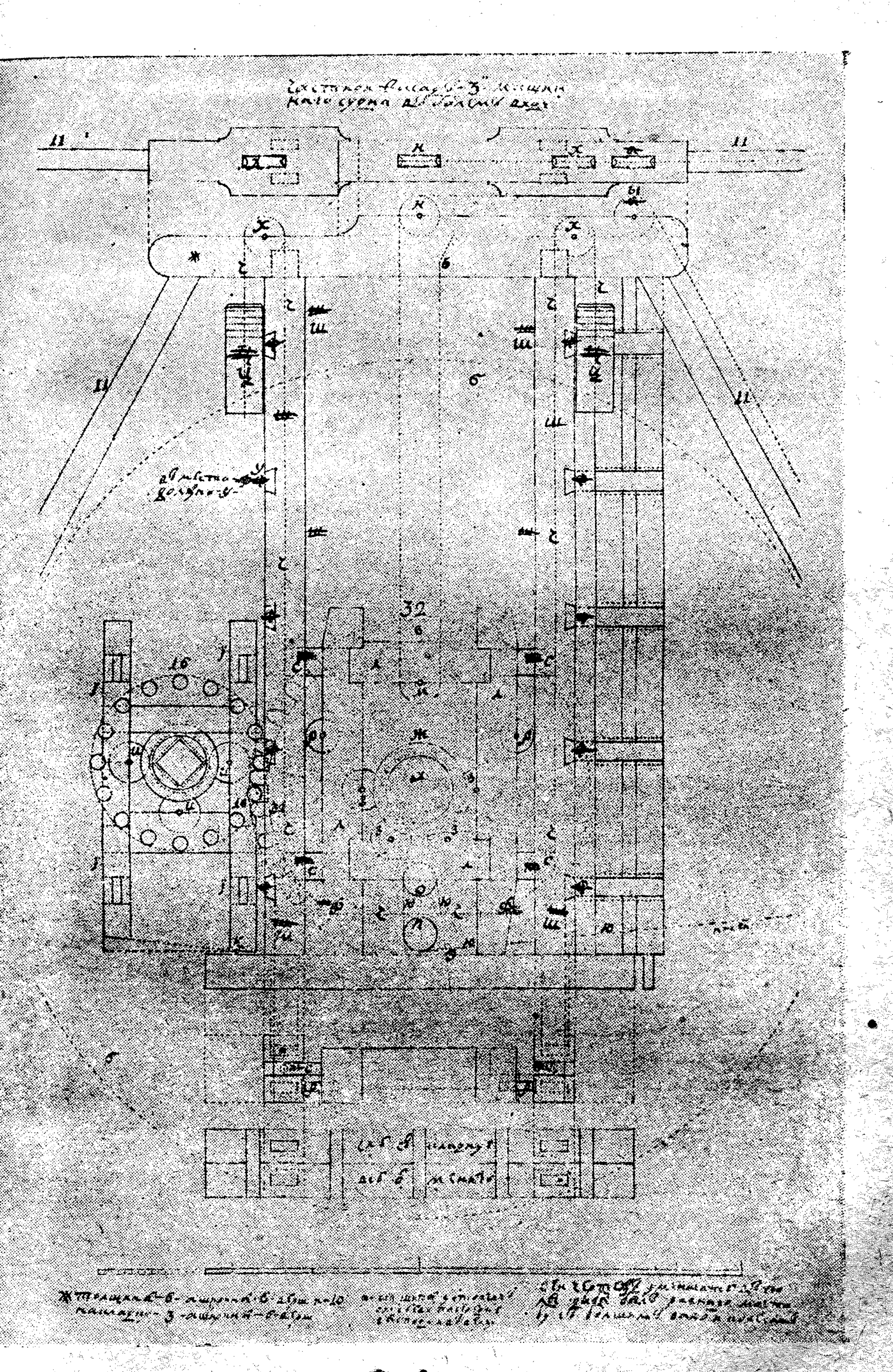
Общее количество шкивов, идущих на одно судно — 34.

Таково детальное устройство механизмов машинного судна Кулибина.

Чтобы дать исчерпывающее представление об этом судне, ниже приведен ряд характеристик отдельных судовых устройств, не входящих в движущий механизм судна: мачта и вороты для подъема парусов, руль и т. д.

В отношении мачты (на фиг. 5 и 6 обозначена цифрой „1") Кулибин отмечает, что в Нижнем Новгороде мачты устанавливаются помощью кранов, которые называются „моделями". На машинных судах мачту следует устанавливать после закрепления обносных брусьев (обозначенных на фиг. 6 цифрой „7") или же до их установки, но во всяком случае до установки гребного аппарата.

Для того, чтобы облегчить подъем паруса, поскольку количество команды на машинной расшиве в два раза меньше, чем на обыкновенной, Кулибин использует два ворота, установленных на корме судна, и систему талей. Оснастка производится следующим образом: два двушкивных блока укрепляются вверху мачты, соответственно им два трехшкивных блока устанавливаются на райне (рее); кроме того, два ординарных шкива закрепляются в самом мачтовом дереве вверху мачты и



Фиг. 9.

два в основании мачты. Таким образом, имеем две симметричные системы блоков.

Порядок оснастки одинаковый для обеих систем, а именно конец подъемной снасти закрепляется неподвижно у верха мачты и далее оснащивается следующим образом: крайний шкив трехшкивного блока на райне, соответствующий шкив двухшкивного блока на мачте, средний шкив трехшкивного блока на райне, второй шкив двухшкивного блока на мачте, третий шкив трехшкивного блока на райне, верхний ординарный шкив на мачте, нижний ординарный шкив на мачте, кормовой ворот на фиг. 5 и 6 под цифрой „2“). Благодаря указанной системе блоков, подъем и спуск райны никаких затруднений не представляет.

На фиг. 5 под цифрой „3“ изображена губа руля (румпель), а под цифрой 4 — кресло (помост), по которому ходит управляющий рулем лоцман.

Канат, выбираемый турачками *е* при движении судна, в носу судна катится по свободно вращающемуся горизонтальному валику (цифра „6“ на фиг. 6) и для направления пропускается между двумя вертикальными валиками, также свободно вращающимися.

Обносы гребных колес, „вымоски“, [1] по терминологии Кулибина (под цифрою „8“ на фиг. 6) настланы по 4 поперечным брусьям, идущим под палубой судна (под цифрой „7“ на фиг. 6).

Концы брусьев „7“ опираются на наклонные брусья „9“, укрепленные между бортовыми шпангоутами судна, и поддерживаются подкосами „10“ (фиг. 7). Вся эта система в целом полностью соответствует кожуховым кронштейнам современных судов с боковыми колесами.

Парные рамные стойки *ш*, между которыми скользит вверх и вниз станина *л* гребного вала, при его подъеме и опускании, также подкреплены подкосами (цифра „12“ на фиг. 7 и цифра „11“ на фиг. 5).

В остальном судно ничем не отличается от обыкновенных „расшив“: „... все должно быть такое, какое бывает в отстроенной обыкновенной расшиве, как и представляется в плане, фасаде и профиле сего судна пропорционально, но как действие его от стремления воды быть долженствует, то ходовые канаты должны быть толще, а ходовые якоря — больше в полтора раза противу обыкновенных расшив, одинакий груз с сим машинным судном поднимающих. Ходовой же якорь и канат должны быть равны с обыкновенными, а не более“.

V. УСТРОЙСТВО ГРЕБНОГО КОЛЕСА И. П. КУЛИБИНА.

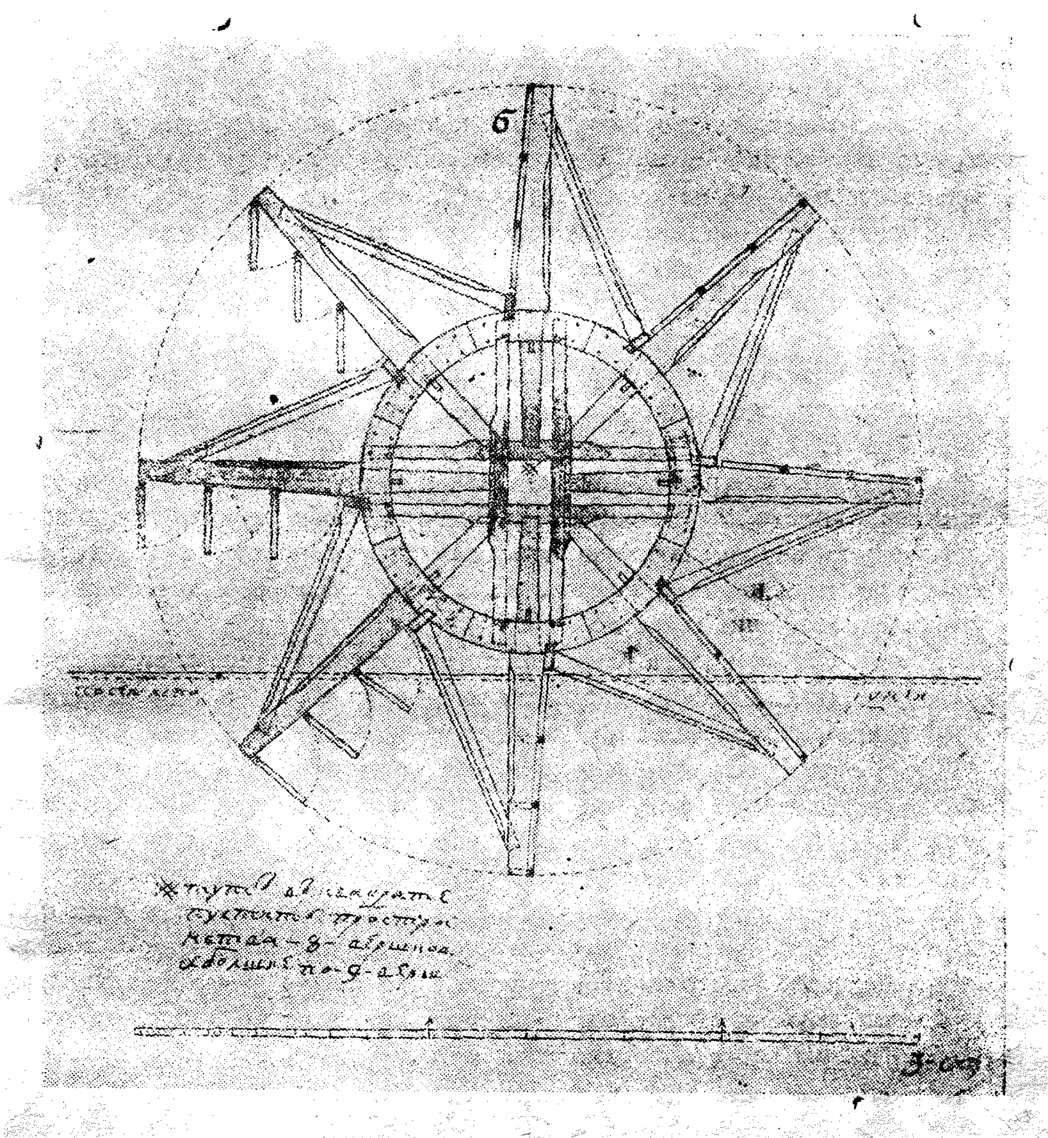
Как видно из фиг. 8 и 10, гребное колесо имеет два обода в виде колес, радиальные спицы которых продолжаются за обод, образуя собою 8 стержней или крыльев для навешивания лопастей. На каждое

---

[1] Очевидно: „вымостки“—от слова мостки.

крыло (фиг. 10) навешивается по три лопасти,[1] представляющие собой деревянные рамы, обтянутые плотным смоляным холстом, прибитым мелкими железными гвоздями.

Размеры колеса 3-го машинного судна: диаметр наружный — 5.78 м.; ширина плицы — 465 мм, длина плицы — 2.9 м.



Фиг. 10.

Каждая лопасть (плица) подвешена к крыльям (спицам) помощью железных шарниров типа обыкновенных петель.

При вращении гребного колеса, под влиянием силы течения, лопасти, навешенные на спицах носовой половины колеса (считая от литеры *б*

[1] Соответствуют плицам современных гребных колес.

фиг. 10), со стороны которой оно входит в воду, прилегают к спицам и, лежа на них, погружаютси в воду и еще плотнее прижимаются к спицам силою течения, образуя собою щиты, принимающие на себя давление речного потока. По мере того, как спица, занимающая крайнее нижнее положение, переходит в кормовую половину окружности колеса, совершая движение кверху, лопасти, под действием собственного веса, все более и более поворачиваются вокруг шарниров, пока не займут вертикального положения.

Благодаря этому повороту, лопасти задней полуокружности колеса свободно пропускают воду. Одновременно в воде могут находиться не менее шести и не более девяти лопастей.

„Как все три рамки в воду погрузятся и пойдут в задней стороне колеса на выход, а следующее за тем другое крыло спереди займет в воде первого места, тогда защитою переднего по задней стороне вода, пришед в бессилие и несколькую суводь, тотчас оные рамы в воде отворяет, которые выходят из воды висящими, нимало не препятствуя обращению колеса, как и доходят заднею стороною до реченной литеры б.

„Ежели бы оные рамы прибиты были к ручкам неподвижно и просто для малосложности, то с задней стороны противоборствуя с такою препятствующею водою, которую должны бы преодолеть и на выходе с себя сливать в немалом количестве, отчего было бы в колесе весьма медленное обращение и малая сила".

Идея гребного колеса Кулибина с поворотными плицами прежде него была осуществлена уже на ветряных мельницах в XVI в.

В труде Теодора Бека „Очерки истории машиностроения"[1] читаем:

„У Ривия[2] на ряду с прекрасными рисунками обыкновенной ветрянки имеется также рисунок мельницы с горизонтальным ветровым колесом. Крылья ветряного колеса состоят из рам, разделенных на несколько полей, на полях устроены заслонки-клапаны, открывающиеся все на одну и ту же сторону. На одной стороне колеса они закрываются напором ветра, и он действует на всю поверхность крыла. Когда вследствие этого колесо вращается, и крыло переходит на другую сторону колеса, то заслонки открываются, и ветер действует лишь на очень малую часть поверхности крыла".

VI. ОЦЕНКА ИЗОБРЕТЕНИЯ И. П. КУЛИБИНА

Переходя к вопросу об оценке самого изобретения, необходимо зафиксировать следующее:

1. Изобретенное Кулибиным самоходное судно не является оригинальным изобретением.

---

[1] Том I, перевод Е. Левковича и Б. Прозорова. Г.Т.Т.И., 1933.

[2] „Der fürnehmsten, notwendigsten, der ganzen Architectur angehörigen, mathematischen und mechanischen Kunst eigentlicher Bericht". Nürenberg, 1547, Bd. III, S. 14.

Гораздо ранее такое судно изобрел иезуит de Chales, причем можно допустить, что и этот последний повторил в свою очередь уже осуществленную кем-то идею, хотя материалов по этому вопросу не удалось обнаружить.

Идея машинного судна Кулибина полностью повторяет идею патера de Chales.

2. Техническое оформление изобретения вполне разумно, что подтверждается успешными испытаниями машинного судна на р. Неве (1782 г.) и на р. Волге (1804 г.).

3. Конструктивные чертежи иезуита de Chales не приведены в его труде „L'art de naviguer“. Судить о степени совершенства конструктивных чертежей Кулибина, по сравнению с чертежами de Chales, не представляется возможным. Однако, судя по описанию, судно имело гребные колеса с неподвижными плицами. И. П. Кулибин делает весьма существенное улучшение, введя в свою конструкцию поворотные плицы, значительно повысившие коэффициент полезного действия гребного колеса и приблизившие колеса его изобретения к современным гребным колесам с поворотными плицами.

4. Идея колеса с поворотными плицами, предложенная Кулибиным, повторяет конструкцию горизонтального колеса для ветряных мельниц, описанного у Ривия в 1547 г.

5. Чертежи 3-го машинного судна разработаны И. П. Кулибиным настолько детально, что по ним можно осуществить модель его изобретения, причем следует особо подчеркнуть чрезвычайную продуманность как отдельных деталей, так и всего устройства в целом.

6. Вопреки утверждению современного Кулибину оффициального экспертного органа — Адмиралтейств-коллегии — изобретение Кулибина не является слишком сложным, особенно принимая во внимание сложный стоячий и бегучий такелаж на парусных судах того времени.

7. С технической точки зрения суда Кулибина могли быть допущены в эксплоатацию, причем, конечно, только эксплоатационный опыт мог дать Кулибину материал для дальнейшего усовершенствования его изобретения.

8. В своей творческой работе Кулибин придавал огромное значение „опыту“, что весьма приближает его к современной методологии; в основу реализации своего изобретения Кулибин кладет изучение действительных условий плавания и корректирует изобретение опытом эксплоатации.

В этом отношении особенно характерны нижеследующие строки из его „Предположения“: „хотя сие изобретение и после опробованного по высочайшему повелению блаженные памяти государыни императрицы Екатерины Великия, покойным генералом-прокурором князем Вяземским и всеми Адмиралтейств-коллегии членами (в числе коих находился и господин адмирал Петр Иванович Пущин) и одобреннаго ими

здесь на Неве реке опыта, старался я и привел в наилучшую исправность, почему и о действии таких машинных судов не имею сумнительства; но как река Волга по несравненному ее противу здешней Невы пространству, во всем разности и обширности весьма несходственна, и натурою положенные места мне еще не все известны, чего ради и должно прежде осмотреть, как в вешнюю большую воду, так и в меженное сухое время, течение тамошним водам и положение некоторым местам, измерить опытами быстроту тех вод, что везде ли достаточны будут силою своего стремления (как и на Неве реке) приводить машины на судах в желаемое движение, а притом применить пловущие на низ по Волге суда, плоты и подобное сему, дабы, приноравливаясь к тому, удобнее было разположить строение машин на первом судне к желанному действию оного".

VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение необходимо сделать краткий критический обзор тех немногочисленных литературных источников, в которых говорится об изобретениях Кулибина и, в частности, о водоходных судах.

В „Вестнике Нижегородского университета № 7 от 1918 г." в статье И. Черданцева: „Несколько мыслей по поводу Кулибинского юбилея" говорится: „Кулибин не оставил после себя почти ни одного изобретения, которое вошло бы в жизнь, в широкую техническую практику, которое было бы полезно широким слоям народа и влияло бы на жизнь его, подобно, например, паровой машине, пароходу, паровозу и многим другим изобретениям... Причиной, заставившей его обратить свою деятельность в эту сторону, была с одной стороны, общая культурная и промышленно-торговая отсталость России, заставившая гений искать опоры только у трона, и, с другой стороны, умственная потребность изобретать, творить что-нибудь, не думая непременно о пользе и о прочем, как творит поэт, художник и математик". Настоящее исследование полностью опровергает высказанное И. Черданцевым положение, что И. П. Кулибин творил, не думая о пользе. Достаточно для этого ознакомиться с материалами 1-й главы нашего очерка „Обоснование Кулибиным экономической выгодности эксплоатации на Волге машинных судов".

В том же „Вестнике Нижегородского университета", в статье проф. Сушкевича: „Идея И. П. Кулибина о самодвижущихся судах и значение механиков-самоучек в развитии судомеханического дела на Волге", читаем: „Мы имеем отрывки чертежей, несколько разных проектов самодвижущегося судна, но мы не знаем, по какому проекту была выполнена модель «машинного водоходного судна», которое, по отзывам современников, в 1782 г. шло против воды помощью самой же воды, без всякой посторонней силы, без весел и парусов".

Настоящая работа устанавливает, что проекта самодвижущегося судна, испытанного в 1782 г., не сохранилось, но зато имеется подробнейшая объяснительная записка к чертежам того машинного судна, которое было успешно испытано на Волге в 1804 г.; кроме того, удалось подобрать полный комплект чертежей по 3-му машинному судну (фиг. 5, 6, 7, 8, 9, 10) и настолько детально изучить объяснительную записку к этому проекту, что имеется полная возможность осуществить точную модель этого судна.

В книге: „Жизнь русского механика Кулибина и его изобретения. Сочинение Павла Свиньина. Санктпетербург, 1819“ на стр. 54 находим: „Весьма любопытны и важны по многим отношениям возражения Кулибина, писанные собственною его рукою на замечания г. генерал-лейтенанта Деволанта, кому поручено было от Департамента рассмотрение сего изобретения“.

Возражений этих на сохранившемся экземпляре отзыва Адмиралтейств-коллегии от 31 октября 1807 г. не имеется. Кроме того, самый текст замечаний Адмиралтейств-коллегии, приведенный в труде Свиньина, не согласуется с сохранившимся экземпляром отзыва, что дает основание думать, что Свиньин писал не с подлинных документов, а со слов сына Ивана Петровича, или же отступал от истины.

По этому поводу интересно привести слова В. Г. Короленко („Материалы к биографии Ивана Петровича Кулибина): „Без сомнения, мы должны быть благодарны первым биографам и за то, что они нам дали, так как, если бы они не взялись за обработку доступного им материала, согласно со своими взглядами, то мы не имели бы теперь ничего. Это не мешает нам, однако, признать, что в том, что они нам дали, этот первоначальный материал является значительно испорченным вследствие одностороннего, а подчас и неправильного освещения“.

В той же статье В. Г. Короленко читаем: В «любезном же отечестве» Кулибину пришлось пережить эпизод, который остается до сих пор невыясненным в главнейших своих чертах. Здесь в 1808 г. было продано на слом самодвижущееся судно, сданное в 1807 г. на хранение нижегородской думе... И это случилось за 12 лет до его смерти, в том самом городе, где он жил в это время, значит, на его глазах... — И изобретатель не имел 200 руб., которые заплачены на торгах коллежским ассесором Александром Зеленецким и которые могли-бы спасти его создание“...

Смею думать, что в свете тех материалов, которые приведены в главе: „Отношение правительственных кругов к изобретению Кулибина“, „эпизод“ может считаться выясненным.

Изобретенное Кулибиным машинное судно не нашло своего применения в эксплоатации на водных путях современной ему России.

Больше того, наиболее совершенная модель 3-го машинного судна не была даже осуществлена на практике. Равным образом не получило применения и изобретение его предшественника, патера de Chales.

Между тем, изобретение это, судя по чертежам Кулибина, является достаточно совершенным с технической точки зрения для техники того времени, так что причина неосуществления изобретения кроется не в его технической безграмотности.

В этом отношении чрезвычайно характерны слова de Chales'я: „Я должен предупредить, что причина, по которой не используют это изобретение, лежит не в недостатках машины, поскольку она дает, как меня в этом уверяли и показывали, экономию расходов более чем на три четверти, а в некоторых препятствиях частного характера. Я это отмечаю нарочно, чтобы, если это изобретение не привьется, то о нем не забыли, исходя из того ложного предположения, что оно не удачно, поскольку его не применяют".

Об этом изобретении не забыли — оно возродилось в машинных судах Кулибина, но те же „препятствия частного характера", о которых говорит de Chales, не дали возможности и на этот раз распространиться изобретению.

В качестве характеристики такого „препятствия частного характера" можно привести выдержку из одного из писем Кулибина своему зятю Андрею Ивановичу Попову и дочери Елизавете Ивановне от 11 февраля 1801 г.: „Мне вспомнилось по содержанию вашего письма о живущих у вас, торгующих в лавках, поставщиках соли, нет ли у них таких же странных мыслей, какия были у торгующих там в лавках, а именно: когда произведутся машинные суда, тогда в рассуждении соль больше и в Нижнем пристани по уменьшению половины работного народа из лавок товаров некому будет покупать и торги их остановятся"...

Причина того, что изобретение Кулибина не привилось, несмотря на доказанную Кулибиным его экономическую выгодность и техническую целесообразность, кроется в современных изобретателю условиях хозяйственной жизни и во всей социально-экономической обстановке того времени.

Вскрыть корни этого явления — задача чрезвычайно почетная, но не входящая в рамки настоящего исследования, автором которого является специалист корабельной архитектуры, а не историк-экономист. Однако, настоящая работа может дать историку достаточно материала для такого рода исследования.

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

I. Рукописные материалы

1. Описание выгодам, какие могут быть от машинных судов на реке Волге (1801 г.). (Истории. музей, архив П. И. Щукина, №№ 1512/189, 1512/224 и 1512/225).
2. Описание выгодам, какие могут быть от машинных судов на реке Волге, изобретенных механиком Кулибиным (1801 г.). (Там же, № 1512/190).

3. Описание, какая польза казне и обществу быть может от машинных судов на реке Волге по примерному исчислению и особливо в рассуждении возвышающихся против прежних годов цен в найме работных людей (1807 г.). (Там же, № 1512/172).
4. Предположение, каким образом удобнее и без отягощения казны ввести ве употребление на реке Волге вышеописанные машинные суда для пользы государства (1801 г.). (Там же, № 1512/189.
5. Ордер нижегородского губернатора Руновского нижегородскому полицмейстеру Булыгину 12 апреля 1807 г. (Там же, № 1512/217).
6. Записка Кулибина нижегородскому губернатору Руновскому от 23 апреля 1807 г. (Там же, № 1512/222).
7. Записка Кулибина министру внутренних дел графу Кочубею от 14 сентября 1807 г. (Там же, № 1512/221).
8. Записка Адмиралтейств-коллегии на имя министра военных морских сил Чичагова № 869 от 31 октября 1807 г., содержащая заключение по изобретению Кулибина (Там же, № 1512/219).
9. Ордер нижегородскому полицмейстеру Булыгину, данный по распоряжению начальника губернии 3-го декабря 1807 г. (Там же, № 1521/218).
10. Записка Кулибина, содержащая описание 1-го, 2-го и 3-го машинного судна, с препроводительным письмом[1] министру внутренних дел графу Кочубею: а) письмо графу Кочубею; б) описание 1-го пробного машинного судна механиком, Кулибиным изобретенного; в) чертежи и объяснения 2-го вновь расположенного машинного судна; г) чертежи и объяснения 3-го вновь расположенного машинного судна (1807 г.). (Там же, № 1512/223).

II. Чертежи

1. Сложный фасад 3-го машинного судна (Там же, № 1512/316),
2. Сложный план 3-го машинного судна (№ 1512/314).
3. Перерез 3-го машинного судна. (№ 1512/324).
4. Вал с колесами 3-го машинного судна в большом виде. (№ 1512/315).
5. Чертежи гребного колеса с плицами в три рамки № (1512/478).
6. Частный фасад 3-го машинного судна в большом виде (№ 1512/320).
7. Чертеж (план и боковой вид) машинного судна с 6 гребными колесами грузоподъемностью на 25 000 пуд. (№ 1512/328).
8. Предварительный чертеж 2-го машинного судна (план и поперечное сечение) (№ 1512/380).
9. Факсимиле автора: „сии литеры ставить во описание 3-го машинного судна“ (№ 1512/321).

III. Книги

1. Claude Francois Milliet de Chales. L'art de naviguer démontré par principes et confirmé par plusieurs observations etc. Paris. 1677.
2. Книга о способах творящих водохождение рек свободное. Напечатана повелением благочестивейшего великого государя, царя и великого князя Петра Алексиевича. В царствующем великом граде Москве лета господня, 1708, в июле месяце.
3. Der fürnehmsten, notwendigsten der ganzen Architectur anhehörigen, mathematischen und mechanischen Kunst eigentlicher Bericht, Nürenberg. 1547, Bd. III, S. 41.
4. Жизнь русского механика Кулибина и его изобретения. Сочинение Павла Свиньина Санктпетербург, 1819.
5. Теодор Бек. Очерки по истории машиностроения, т. I. Перевод Е. Левковича и Б. Прозорова. ГТТИ, 1933.

6. И. Черданцев. Несколько мыслей по поводу кулибинского юбилея. Вестник Нижегородского университета, № 7, 1918 г.
7. Проф. Суткевич. Идея И. П. Кулибина о самодвижущихся судах и значение механиков-самоучек в развитии судомеханического дела на р. Волге. Вестник Нижегородскрго университета, № 7, 1918 г.
8. В. Г. Короленко. Материалы к биографии Ивана Петровича Кулибина. Действия Нижегородской губернской ученой архивной комиссии. Сборник статей, сообщений, описей, дел и документов. Т. II, вып. 15, Н. Новгород, 1895.

N. DORMIDONTOV

LES BATEAUX MÉCANIQUES DE I. P. KOULIBINE
(d'après les documents inédits)

Cet article présente un aperçu des étapes principales de l'activité du célèbre inventeur russe Ivan Petrovič Koulibine (né le 10 Avril 1735, mort le 30 Juin 1818), en tout ce que concerne son invention en Russie du premier bateau à mouvement automatique. Parmi les travaux de I. P. Koulibine cette invention occupe une des places principales au point de vue de son importance technique ainsi qu'au point de vue du temps et des efforts, qu'il lui a consacré (de 1782 à 1807).

L'invention de Koulibine assurait le mouvement du bateau contre le courant, ce mouvement étant stimulé par le courant lui-même, et devait remplacer le transport pratiqué à cette époque par chevaux ou par hommes (les bourlaques).

La priorité de cette invention n'appartient pas à Koulibine; le même principe de mouvement avait été représenté par un mécanisme, inventé par le professeur d'hydrographie, le jésuite Claude François Milliet de Chales (Dechales), né en 1621 (d'après d'autres sources en 1611 ou 1624), et mort en 1673. Ce principe de mouvement mécanique est décrit dans son oeuvre „L'art de naviguer", Paris, 1677.

La réalisation technique de cette invention est absolument logique ce qui fut confirmé par les essais bien réussis du bateau mécanique, faits sur la Néva en 1782 et sur le Volga en 1804.

Si l'on juge par sa description, le bateau de Dechales possédait des roues de construction primitive, munies de palettes fixes, tandis que Koulibine, qui avait introduit dans sa construction des palettes tournantes, proposa un type de roues bien supérieur à celui de Dechales, donnant un rendement plus haut, ce qui les approchait aux roues modernes avec des palettes tournantes.

L'idée d'une roue à palettes mobiles avait été réalisée bien avant l'invention de Koulibine, — mais seulement dans le mécanisme des moulins à vent (XVI siècle).

En perfectionnant peu à peu son invention, Koulibine parvint à donner dans la troisième et dernière variante de son projet des dessins de

constructions si détaillés, qu'il serait possible, même à présent, de construire d'après eux un modèle de son bateau. Il faux remarquer, que les détails divers, aussi bien que l'arrangement générall de la construction, sont très soigneusement étudiés et présentent une idée absolument logique et facile à réaliser.

Dans son travail d'inventeur Koulibine donnait beaucoup d'importance à l'expérience, ce qui correspond complètement à la méthodologie du travail scientifique moderne. Koulibine prend pour base de son invention une étude profonde des conditions actuelles de navigation, et il corrige son travail selon les expériences de l'exploitation.

Non seulement le côté technique, mais aussi la partie économique du projet de Koulibine avait été minutieusement élaborée par lui et présentée sous forme de plusieurs notes économiques, avec une explication complète de l'intérêt pratique que pourrait présenter son invention.

Les conditions de travail d'un inventeur de la Russie féodale étaient telles, que tout le risque financiel incombait dans le cas d'insuccès l'inventeur lui-même, tandis que c'était le gouvernement qui recevait le profit total d'une invention bien réussie, en accordant à l'auteur une récompense, qui ne dépendait que de la bonne volonté et de la générosité du gouvernement.

Les bateaux mécaniques de Koulibine n'avaient pas trouvé d'application sur les fleuves de la Russie de son temps. Son meilleur modèle, celui du 3-me projet, ne fut même pas réalisé en pratique, tandis que le second bateau de Koulibine, essayé sur le Volga et reconnu bon, fut vendu en 1808 en vrac.

Le même sort échut à l'invention proposée par le prédessesseur de Koulibine, le jésuite Dechales, dont le bateau ne fut jamais mis en exploitation sur les voies d'eau.

Le fait qu'une invention aussi parfaite au point de vue de la technique de la fin du XVIII et du commencement du XIX siècle que celle de Koulibine, ne fut pas réalisée et utilisée en pratique, s'explique par les conditions économiques de ce temps et par l'état général de la vie sociale et économique de la Russie féodale de cette époque.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. I, вып. 5

Н. М. Раскин

БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНАЯ МАШИНА НИКОЛАЯ ЛУИ РОБЕРА

Бумагоделательная машина (самочерпка) занимает особое место на историческом пути, пройденном машинной техникой. Непрерывность и автоматизм — технические принципы, развитие которых определяет и в наше время направление новых путей движения целых отраслей промышленности, — воплощены в этом механизме, рожденном в бурную эпоху промышленного переворота. Несмотря на это истории бумагоделательной машины уделялось мало внимания. Причиной тому была недооценка этой конструкции как носителя элементов будущего технического развития и непонимание всего значения переворота, произведенного введением самочерпки в бумагоделательную промышленность. Между тем, применение этого механизма обозначало завоевание машиной отлива бумаги — важнейшей операции бумагоделательного производства. Широкое применение самочерпки и было исходным моментом технической революции в этом производстве, которая превратила его из типично-мануфактурного, ручного, в машинное, фабричное. Поэтому естественен тот интерес, который вызывает первая отмеченная в истории техники конструкция бумагоделательной машины. Эта конструкция, предложенная французом Николаем Луи Робером (Nicolas Louis Robert), не получила на первых порах широкого распространения на своей родине. Причиной тому были не только значительные технические недочеты, но и, главным образом, та историческая обстановка, в которой происходило рождение и реализация этого изобретения.

I

Господствующим типом предприятий в бумагоделательной промышленности Франции „старого порядка" были небольшие и разбросанные по всей стране „мельницы". Особенности производственного процесса, требовавшие значительных капиталовложений (от 7 до 13 тыс. ливров годовых расходов на один черпальный чан в Ангумуа), [1] и медленный оборот капитала приводили к тому, что ряд предприятий эксплоатиро-

[1] Ch. Ballot. L'introduction du machinisme dans l'industrie française. Paris — Lilles. 1923, стр. 554. — La Lande. Art de faire le papier, 1761, стр. 83.

вался иностранцами (англичанами и голландцами) или же буржуа, которые брали „бумажные мельницы“ в аренду у сеньоров. Большие капиталовложения сказывались также и на величине предприятий. Только немногие французские бумажные мельницы насчитывали свыше четырех черпальных чанов,[1] хотя встречались и исключения; так, например, мануфактура в Лангле около Монтаржи имела при своем основании тридцать черпальных чанов.[2] Работа производилась мастером, который назывался „рабочим-хозяином“. Этот „рабочий-хозяин“ руководил работой многочисленных рабочих и учеников, как и он состоявших на заработной плате у арендатора.

Самым значительным центром французского бумагоделательного производства была провинция Овернь. Здесь выделывалось наибольшее количество бумаги в стране. Два города этой провинции — Тьер с пятнадцатью бумажными мельницами и Амбер с пятьюдесятью — поделили между собою специализацию в производстве бумаги.[3] Первый из них выделывал бумагу для письма, второй — бумагу для печати. Другим центром французского бумажного производства была провинция Ангумуа, где несмотря на ущерб, нанесенный отменой Нантского эдикта и бегством многих мастеров-бумажников, насчитывали в конце XVIII столетия двадцать пять бумажных мельниц с тридцатью тремя чанами.[4]

Бумага, производимая в Ангумуа, шла, главным образом, для печатания. Она в больших количествах продавалась в Бордо, откуда вывозилась в Голландию.[5] В провинции Дофинэ выделывалось также много бумаги, которая потреблялась в больших количествах южными провинциями страны и шла морским путем на Восток. Несколько крупных „бумажных мельниц“ было расположено в городке Аннонэ провинции Лангедок. Здесь находились крупные мануфактуры семейства Жоанно (Johannot) и семейства Монгольфье (Montgolfier).[6] Мануфактуры, принадлежавшие Монгольфье, производили около восьми тысяч квинталов[7] бумаги в год, на них было занято, перед самой революцией, в 1788 г., до 600 рабочих.[8] Бо́льшая часть производимой в Аннонэ бумаги вывозилась в Италию и Швейцарию.[9] В провинции Лангедок кроме этого центра бумажной промышленности насчитывали много

---

[1] Количеством черпальных чанов определялась мощность предприятия.

[2] La Lande, стр. 87.

[3] Dictionnaire portatif de commerce etc. par Bouillon. Liège, 1770 г., т. 4, стр. 125.

[4] Ballot, стр. 554.

[5] Dictionnaire de commerce etc. par Jaques Savary des Bruslons. Amsterdam, 1726, т. II, стр. 969. La Lande, стр. 86.

[6] Из этого семейства вышли изобретатели первых воздушных шаров Этьен и Жовеф Монгольфье.

[7] Квинтал равняется, примерно, сорока девяти килограммам.

[8] Mémoires de Ballainvilliers, стр. 102, цит. по работе Е. В. Тарле. Рабочий класс во Франции в эпоху Революции, ч. II, стр. 72.

[9] Ballot, стр. 555, прим. 2.

„бумажных мельниц“ вокруг Альби, Кастра и Мааамет и несколько „мельниц“, находившихся в горной Нуаре и Севеннах. „Бумажные мельницы“ были расположены также и в провинции Ламарш в окрестностях городов Лиможа и Сен-Леонарда, в Нормандии в окрестностях Руана и Каена. Передовая в техническом отношении мануфактура Франции была расположена в городке Ланглэ в окрестностях Монтаржи (провинции Орлеаннэ). Эта мануфактура, основанная, в 40-х годах XVIII в., долгое время служила образцом в техническом отношении не только для французского, но и для всего европейского бумагоделательного производства. Несколько бумажных предприятий было расположено в городе Эссоне близ Парижа, среди них предприятие известной парижской типографии Дидо (Didot).

Таковы главные центры и основные предприятия французской бумагоделательной промышленности. Их разбросанность по всей стране и размещение в сельских местностях объяснялась, в первую очередь, наличием значительных пережитков цехового строя в городах, мешавших росту мануфактур. Кроме этого основного обстоятельства, не последнюю роль играли и особенности производственного процесса. На „бумажной мельнице“ вода не только приводила в движение все механизмы, но и качество ее имело большое значение для самого технологического процесса. Вместе с тем близость хороших водных путей разрешала и транспортную проблему. Поэтому при выборе места постройки бумажной мельницы достаточное количество хорошей воды служило решающим фактором. Однако, необходимость быть ближе к крупным населенным центрам, являющимся главными потребителями продукции и отчасти поставщиками сырья, приводила к тому, что большинство бумагоделательных предприятий находилось в окрестностях городов.

Рассмотрим как строился производственный процесс на французских „бумажных мельницах“ в XVIII столетии. Главным источником волокнистого материала, необходимого для производства бумаги, было тряпье. Собираемое по всей стране специальными торговыми компаниями, оно поступало на бумажные мельницы, где и подвергалось сортировке и предварительной резке. Операция производилась, обыкновенно, женщинами и требовала большого опыта. Затем отсортированное и разрезанное тряпье поступало в следующую операцию производственного процесса — гноение тряпья. Эта операция имела целью разрушение инкрустирующих веществ [1] и тем самым подготовляла тряпье для дальнейшей обработки. Ей придавалось исключительное значение, и по устройству гноильни судили об общем техническом уровне предприятия. Контроль над этой операцией, длившейся иногда несколько

---

[1] Инкрустирующие вещества служат для соединения отдельных волокон в растительных тканях.

недель, целиком основывался на личном искусстве и опыте рабочего. Следующая операция — размол тряпья на массу — производилась в это время уже в механизмах двух родов — ступах и роллах. Тем не менее контроль над ее проведением был также основан на личном опыте и знании рабочего. Эта операция была едва ли не единственной механизированной операцией всего производственного процесса. [1] После нее бумажная масса передавалась в черпальное отделение, где и производилась „основная операция ремесла“ — черпание бумажного листа.

На этой операции необходимо остановиться более подробно, так как именно сюда, на этот участок производственного процесса, и пришла машина, вызвавшая полный переворот в бумагоделательном производстве. Переданная в черпальное отделение масса доводилась до концентрации, требуемой сортом бумаги, для выработки которого она предназначалась. Эта процедура поручалась обычно старшему рабочему-черпальщику, называемому plongeur. Никаких точных рецептов не было, все зависело от умения и опыта мастера. Когда разведение было закончено, масса подогревалась. Подогревание производилось непрерывно в течение всего времени работы специальным прибором, называемым „pistolet“. [2] Оно было необходимо как для получения бумаги лучшего качества, так и для удобства работы. Сама операция черпания производилась следующим образом: рабочий-черпальщик (plongeur) зачерпывал формой [3] некоторое количество бумажной массы и расстилал ее по форме, встряхивая плавно справа налево и слева направо, а также вперед и назад. Движения сопровождались легкими толчками. Через четыре или пять секунд большая часть воды уходила через сетку формы, а волокнистый материал равномерно распределялся по форме — лист был готов. Тогда черпальщик устанавливал свою форму на имеющуюся сбоку черпального чана особую подставку, что позволяло остатку воды стекать еще в продолжение нескольких секунд. Работа черпальщика, требующая большого навыка и умения, на этом оканчивалась; форма с листом поступала в руки следующего рабочего чернальни, называемого валяльщиком (coucheur). Этот рабочий выкладывал лист на приготовленный кусок сукна. Работа продолжалась до тех пор, пока не была готова так называемая „porce“ [4], тогда приступали к следующей операции — прессовке.

Для этой цели в бумажных мануфактурах служил обыкновенный деревянный винтовой пресс. В работе принимали участие все четыре

---

[1] На некоторых передовых мануфактурах в подсобных операциях (например, глазировке и др.) применялись машины.

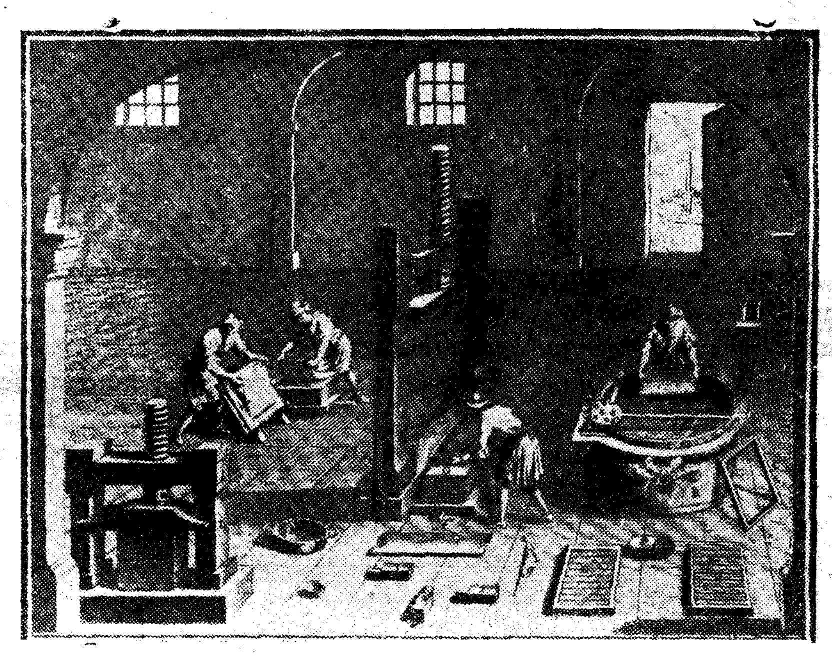
[2] „Pistolet“ — медная труба, в которую кладутся горящие угли, нагревающие массу в черпальном чане.

[3] Четырехугольная рама с укрепленной на ней проволочной сеткой, служащая для формования листа бумаги.

[4] „Porce“ равна обычно двум стам шестидесяти листам или половине „рамы“. Иногда, когда размер вырабатываемой бумаги был очень велик, „porce“ равнялась ста листам.

рабочих черпальной мастерской. После тщательной прессовки пачка бумаги поступала к третьему рабочему черпальни, называемому leveur, который снимал готовые листы бумаги с сукна. Иногда эта работа делалась с помощью четвертого рабочего, называемого viveur, или ученика. После этого бумага поступала для сушки.

Некоторые сорта бумаги после побелки были пригодны для употребления. Другие же, предназначенные для письма, требовали проклейки. Проклейка бумаги производилась с помощью животного клея, получаемого вываркой животных остатков. После проклейки бумага вторично сушилась, белилась и упаковывалась.



Фиг. 1. Операция черпания бумаги по Ла Ланду.

Весь производственный процесс основывался на искусстве рабочих, навыки которых создавались длинным рядом лет ученичества и работы. В производстве господствовало разделение труда, доведенное до крайней степени. Каждая даже сравнительно незначительная операция производилась специальными людьми. Это обстоятельство позволяло достигнуть большого роста производительности труда по сравнению с ремесленной бумажной мастерской, где все операции выполнялись одним мастером с помощью нескольких учеников и помощников.[1] Насколько разделен был труд на бумагоделательной мануфактуре, можно судить хотя бы по тому обстоятельству, что в этом сравнительно несложном производ-

[1] La Lande, стр. 55 и 84, и Bouillon, т. IV, стр. 127, считают производительность „бумажной мельницы“ с одним черпальным чаном равной 9—10 „rames“ бумаги весом в 12—14 ливров каждая. Это дает, примерно, 54—70 кг. на черпальщика за 14—16-часовой рабочий день.

стве насчитывали около шестнадцати рабочих различных специальностей, занятых около черпального чана.[1]

Таким образом, разделение труда, достигшее своего предела, господство в основных операциях производственного процесса искусства рабочего мастера, применение в некоторых подготовительных операциях машин, работа на заграничные рынки, вместе с сосредоточением всего производства под одной крышей, дают нам полное основание говорить о французской бумажной промышленности XVIII в. как о ярком образце мануфактурной организации производства.

II

Посмотрим теперь, как происходило введение машин в отдельных участках бумагоделательной мануфактуры. Как мы уже упоминали, единственной операцией бумажного производства, в которой господствовала машина, являлся размол тряпья на массу. В этой очень трудоемкой операции, начиная с XIII ст., работа человека была заменена работой механизма — ступы. В конце XVII и в начале XVIII ст. в бумажных производствах европейских стран происходил процесс введения нового голландского изобретения—ролла-голландера.

Тихоходные и малопроизводительные ступы были заменены в Голландии новым механизмом. Этот механизм мог быть приспособлен к работе от всех применявшихся тогда видов двигателей (ветряной мельницы, водяного колеса и т. д.) и благодаря ряду улучшений обеспечивал по сравнению со ступой бо́льшую быстроту работы. Это приводило к резкому сокращению времени, необходимого для операции размола. Размол одного и того же количества тряпья требовал в ролле в три раза меньше времени, чем в ступе.[2] Этим обстоятельством не ограничивались преимущества ролла перед ступой. Вырабатываемый им полуфабрикат (бумажная масса) не шел ни в какое сравнение с продукцией, получаемой из ступ. Прерывистость работы последних приводила к неравномерному размолу и потере некоторой части сырья в отбросах. Наконец и работа ролла протекала в более благоприятных условиях — он мог служить 18 — 20 лет, требуя в течение этого времени только замены отдельных частей, тогда как ступа нуждалась в капитальном ремонте через каждые пять лет. Казалось бы, механизму, имеющему такие значительные преимущества перед применявшимися ранее, было обеспечено быстрое распространение. Положение дел было, однако, иным. Действующий в то время регламент для бумажного производства, изданный в 1739 г., допуская применение других механизмов размола, кроме ступы, требовал в каждом отдельном случае получения королевского разрешения,[3]

---

[1] Ballot, стр. 554.

[2] La Lande, стр. 41 (8—10 часов размола в ролле, против 24—30 часов размола в ступе).

[3] La Lande, стр. 90.

что по существу было равносильно запрещению, так как добиться его могли только очень немногие мануфактуристы. Это обстоятельство, вместе с отсутствием какого бы то ни было технического опыта и сильнейшим противодействием самих бумажных мастеров, неохотно идущих на технические нововведения, сильно затрудняло распространение ролла в бумажной промышленности Франции. К этому присоединились также и трудности получения правильной конструкции этого механизма из Голландии. Голландские бумажные мастера не склонны были делиться своим изобретением. Тем не менее опыты производились в Монтаржи, в Бургундии и Вуже. Опыты делались также и в Аннонэ, где Монгольфье установили четыре ролла и применяли их в продолжение трех лет, несмотря на плохое качество получаемой бумаги. Спустя десять лет после этих первых опытов мастер Дюпонно (Duponneau) оборудовал голландерами бумажную мельницу в Приморане, а еще через год его сын организовал товарищество, которое установило несколько голландеров на „бумажной мельнице“ в Монтброне. Все это удалось Дюпонно благодаря тому, что, несмотря на протесты предпринимателей и мастеров-бумажников, он добился королевского разрешения (17 мая 1763 г.). Работа, однако, шла плохо, нехватало знающих рабочих, в конструкции были отмечены серьезные недочеты. Это привело к решению послать компетентного человека в Голландию. Выбор пал на физика Николая Демарэ (Desmaret), который, проработав несколько лет на голландских бумажных мануфактурах и вернувшись во Францию, изложил основные приемы производства в специальном мемуаре (Premier mémoire sur les principales manipulations de papeteries de Hollande, lu par Desmarets, à l'Académie Royale des Sciences, le 20 Février 1771. Paris 1777).[1] Вскоре в городе Эссоне организовалось товарищество, поставившее себе задачей эксплоатацию этого изобретения. Получив в апреле 1775 г. специальное разрешение от правительства, это товарищество установило роллы на своей мануфактуре. Однако и эти опыты потерпели неудачу. Тогда Демарэ возвращается в Голландию и вывозит оттуда опытного мастера Экривисс (Ecrivisse). Работы этого мастера дали хорошие результаты. Вскоре в Эссоне работают шесть голландеров. Параллельно работы ведутся и в других местах страны. Монгольфье, узнав о работах, производимых Демарэ в Эссоне, решают возобновить работу по установке голландеров. После долгой борьбы со своим конкурентом Жоанно (M. Johannot) им удалось получить государственную субсидию (январь 1782 г.) на установку двух роллов, с условием, чтобы все желающие могли ознакомиться с устройством. Роллы построил Экривисс. Введение роллов в производство принесло большой успех Монгольфье. Их мануфактура получила титул королевской, и глава семьи был пожалован

---

[1] Этот мемуар, так же как и его продолжение, напечатан в истории Парижской Ак. Наук за годы 1771 и 1774 и отдельным изданием в 1777 г.

дворянством. Жоанно также удалось использовать пребывание Экривисса в Аннонэ, и установить на своей мануфактуре несколько голландеров. Правильная конструкция и подготовка кадра опытных рабочих и механиков обеспечили победу ролла над ступой. Даже самые упорные консерваторы из числа мастеров-бумажников вынуждены были признать его преимущества и установить голландеры у себя. Экривисс разъезжает по всей стране, всюду строя роллы. В десятилетие перед Революцией (1780—1789) правительство едва успевает отвечать на просьбы о финансовой помощи для установки нового механизма. Переоборудываются старые и строятся новые бумагоделательные мануфактуры, целиком обслуживаемые голландерами (Систерон).

Применение ролла становится всеобщим. Но широкое применение нового механизма, увеличивающего производительность одной из операций в три раза, не могло не нарушить равновесия в производстве, которое не претерпело значительных технических изменений впродолжение ряда десятилетий. Бумажной массы изготовлялось значительно больше, чем ее успевали вычерпать. Черпание, которое целиком зависело от высокого искусства и умения рабочего, становится теми рамками, которые ограничивают рост продукции, и это обстоятельство было одной иа основных причин, вызвавших изобретение машинного отлива. Равновесие между операциями пытались восстановить увеличением числа рабочих-черпальщиков, интенсификацией их работы. На помощь бумажным мастерам приходили и природные условия, не позволявшие размалывающим механизмам работать круглый год с полной нагрузкой (недостаток воды для водяных колес, штиль или слабый ветер для ветряных мельниц и т. д.). Однако все эти обстоятельства могли удержать равновесие в бумажном производстве только до первого серьезного нажима. Такой нажим на бумагоделательное производство был сделан событиями Великой революции.

III

Потребление бумаги сильно возрастало еще и перед Революцией. Так, в 1774 г. обороты по книжной торговле в Париже достигали 45 млн. ливров, в то время как в Лондоне они едва равнялись четверти этой суммы.[1] И это несмотря на непрерывный рост запрещений, которыми дворянское правительство пыталось бороться с книгами, этим оружием усиливающейся буржуазии. Уже первые годы Революции отмечены огромным спросом на бумагу. В результате ослабления, а затем и полного снятия цензуры, начиная со второй половины 1789 г., выпуск печатной продукции усиливается. Лихорадочная политическая жизнь сопровождается необыкновенным ростом издательской деятельности. Появляется огромная брошюрная литература, этот верный спутник

[1] Феликс Рокэн. Движение общественной мысли во Франции в XVIII в., стр. 386. СПБ., 1902.

всех крупных социальных потрясений. В переписке Гримма (ноябрь 1788 г.) мы находим следующее, без сомнения преувеличенное, но тем не менее ценное свидетельство о росте печатной продукции. „Каждый день, каждый час рождается новая брошюра о Генеральных штатах, и если все эти сочинения собираются в королевской библиотеке, то вскоре в ней будет насчитываться больше томов о конституции монархии, чем даже о конституции Unigenitus, так как об этом великом и прекрасном вопросе, говорят, написано не более десяти тысяч томов“.[1] О росте брошюрной литературы говорит и Артур Юнг (июнь 1789 г.). „Каждый час появляется новая брошюра, — пишет он, — сегодня их вышло тринадцать, вчера шестнадцать, а на прошлой неделе девяносто две. Девятнадцать из двадцати говорят в пользу свободы“.[2]

Официальной регистрации книг, брошюр, газет и т. д. в первые годы революции не производилось, поэтому единственным возможным путем для установления количества книг, выпущенных в этот период, служат библиографические труды. Но библиография печатной продукции эпохи Французской революции разработана очень слабо,[3] и даже обращение к наиболее новой и полной работе Монглона (André Monglond. La France révolutionnaire et imperiale. Annales de bibliographie méthodique et description des livres illustrés. Grenoble. T. I, 1789—1790 (1930); т. II, 1791—1793 (1931); т. III, 1794—1796 (1933), может дать нам следующую, только приблизительную картину выпуска печатной продукции по годам:

1789	1790	1791	1792	1793
3360	3006	2876	1838	1377

Не отставала от брошюрной литературы и периодическая печать. В первые годы революции в одном только Париже было основано около 300 газет.[4] Некоторые из этих газет, как, например, жирондистская газета „Journal-Affiche“, расклеивались и раздавались на улицах.[5] Естественно, что тиражи достигали необыкновенной по тому времени величины. Так

[1] По цитате у Рокэва, стр. 518, прим. 2.

[2] Кропоткин. Великая революция. М., 1919, стр. 53.

[3] Достаточно указать на то, что просмотр коллекций Института книги, документа и письма Академии Наук СССР дал не менее 900 названий брошюр, не упомянутых в основных библиографических работах. А. И. Малеин. Литература времени Французской революции в собраниях Акад. Наук Изв. Акад. Наук СССР, 1934, № 2, стр. 119. А. И. Малеин. Литература времени Вел. французской революции, статья вторая, собрание Библиотеки Акад. Наук СССР. Изв. Акад. Наук, 1934, № 4, стр. 269.

Такая же картина обнаружена и при просмотре новых коллекций брошюр эпохи революции, найденных недавно в Москве. Ср. Р. М. Тоякова, Шпагинская коллекция брошюр. Изв. Акад. Наук СССР, 1934, № 2, стр. 131.

[4] Г. Кунов. Французская пресса в первые годы Великой революции, стр. 9. ГИЗ, П., 1920.

[5] Кунов. Цит. работа, стр. 43.

газета Мирабо „Les États Généraux“ имела в мае 1789 г. тираж 12000 экз.[1] Страсть к чтению приняла такие размеры, что в ряде случаев имели место жалобы торговцев съестными припасами на ущерб, который терпела их торговля из-за продажи газет на улице.[2] Если мы вспомним, каким огромным источником сбыта бумаги являлось печатание политических воззваний и афиш, которые, по словам современников, „покрывали все стены городских домов“, каким необычайным источником сбыта бумаги были эмиссионные операции и различные издания революционного правительства, нам станет понятной та обстановка, которая в этот период времени господствовала в бумажной промышленности. Это был период огромного подъема, неограниченного спроса на ее продукцию, период, когда с особенной остротой выступили все противоречия, вызываемые количественным несоответствием между отдельными операциями производственного процесса. Именно теперь совершенно отчетливо выдвинулись те операции, которые почему-либо затрудняли дальнейший рост продукции бумажных мануфактур. К этому присоединился и острый недостаток рабочих рук.

Спрос на бумагу заставлял сильно увеличивать контингент занятых рабочих, что было очень трудно сделать, так как все важнейшие операции этого производства покоились на навыках и искусстве, которое давалось только в результате многолетней практики. Помимо этого основного положения, недостаток рабочих рук в бумажной промышленности усиливался еще и тем обстоятельством, что немало рабочих-бумажников было отвлечено от производства политической и военной обстановкой эпохи. Все внимание владельцев бумажных мануфактур было направлено на сохранение тех рабочих, которые еще работали. Сделать это было не так просто. Рабочие покидали мануфактуры, их забирали на военную службу и общественные работы. Многим бумажным мануфактурам угрожала опасность закрытия. Озабоченное этим обстоятельством революционное правительство провело в жизнь ряд мероприятий. Так, Учредительное собрание 26 июля 1791 г.[3] принимает без прений декрет, которым подтверждает запрещение рабочим-бумажникам покидать предприятие, не предупредив об этом за шесть недель владельца в присутствии двух свидетелей. За нарушение декрет карал 100 франками штрафа рабочего и 300 франками хозяина. Докладчик по этому вопросу вынужден был признать, что декрет вызван трудностями, которые терпят бумажные фабриканты из-за отсутствия рабочих, а также особыми техническими условиями производства. Однако это постановление не оказало ожидаемого действия. На протяжении всех лет революции к правительству адресуются жалобы, ходатайства

---

[1] Периодическая печать на Западе, стр. 248. П., 1904.

[2] Кунов, стр. 18

[3] E. Levasseur. Histoire des classes ouvriéres en France depuis 1789 jusqu'à nos jours, т. I, стр. 142. Paris, 1867.

и просьбы, в которых постоянно указывается на трудность получения и сохранения рабочих кадров. Трудности эти увеличивались с каждым годом, и Конвент был вынужден принять чрезвычайные меры. 12 января 1794 г. издается декрет, объявляющий о мобилизации всех рабочих и фабрикантов. Этот декрет обязывал всех мастеров и хозяев продолжать свою работу на бумажных мануфактурах и давал право предпринимателям требовать мастеров-бумажников, для изготовления правительственных заказов (бумага для ассигнаций, для печатания текста законов и т. д.). При таких обстоятельствах требования, которые предъявляются мастерами-бумажниками, возрастают. Предприниматели пытались бороться с ними путем замены их женщинами и детьми. Но не во всех операциях это было возможно. Нельзя это было сделать и в черпальне. Здесь заменить труд высококвалифицированного мастера-черпальщика неквалифицированным трудом женщин и детей было невозможно. Нужда в этой группе рабочих должна была быть особенно острой еще и вследствие широкого применения ролла, который давал значительно больше бумажной массы, чем ступа. Не естественно ли, что при таких обстоятельствах изобретательская мысль, которая билась над проблемой увеличения количества продукции, неизменно останавливалась на том участке производственного процесса, который служил препятствием для этого роста. Таким участком, как мы знаем, была операция черпания. На замену ручного черпания работой машины и были направлены усилия изобретателей, работающих в бумажной промышленности.

III

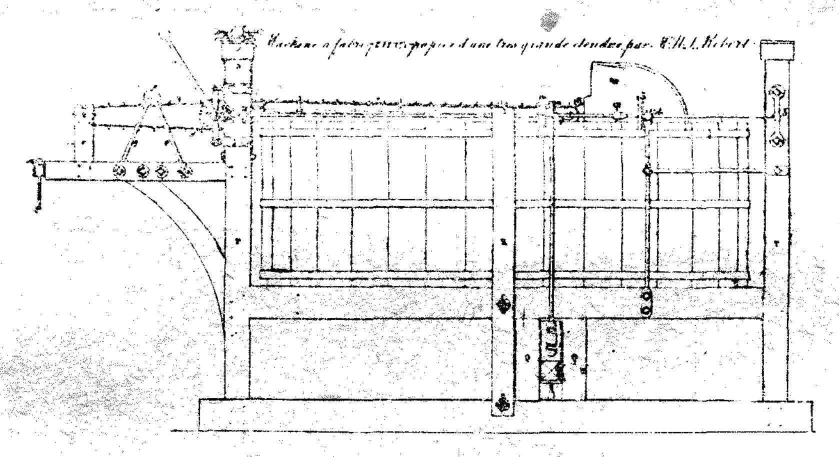
Николай Луи Робер (Nicolas Louis Robert) родился 2 декабря 1761 г. в Париже в семье крупного купца. Он первоначально работал клерком у нотариуса, но эта деятельность ни в какой мере его не удовлетворяла, и он поступил на военную службу. Вместе с артиллерийским полком, к которому он был приписан, он отправился в Америку, где принял участие в войне за независимость. В 1794 г. он возвратился в Париж и здесь работал корректором в знаменитой парижской типографии Дидо (Didot). Вскоре он перешел на бумажную мануфактуру в Эссоне, принадлежавшую этому семейству. Работая здесь в качестве инспектора, так называемого commis-inspecteur, он столкнулся с теми условиями, о которых мы говорили выше,[1] и пришел к мысли заменить работу черпальщиков работой машины. Робер сообщил о своей идее владельцу типографии Дидо, который охотно снабдил его необходимым материалом, и изобретатель приступил к конструированию своего

[1] В Эссоне борьба мастеров-бумажников принимала несколько раз особенно острые формы, доходя до серьезных столкновений. Об одном из этих столкновений говорит Е. В. Тарле (Рабочий класс в эпоху Революции, ч. II, стр. 420—421), цитируя документы Национального архива и брошюру Gerbeaux. „Los papeteries d'Essones, de Courtalin et de Marais de 1791 à 1794". Bésançon, 1899.

Фиг 2. Машина Робера в плане. (Из французского патента. Робера 1799 г.)

механизма. Опыты продолжались пять лет. Сначала Робер сделал небольшую модель, а затем построил большую машину. Опыты увенчались некоторым успехом — машина, хотя и плохо, но работала. Тогда Дидо написал своему другу Франсуа Невшато, который был в это время министром внутренних дел, прося о поддержке. Робер получил довольно быстро благоприятный отзыв Консультационного бюро и награду в 3000 франков. 18 января 1799 г. ему выдают[1] патент иа пятнадцать лет.

Машина, предложенная Робером для замены ручного труда в операции черпания, представляла собою одно из интереснейших и замечательнейших механических изобретений. Этот механизм (фиг. 2, 3, 4),



Фиг 3. Боковой вид машины Робера (из его патента).

почти целиком изготовленный из дерева, занимал немного места (примерно около 4.5 кв. м.). В нем имелись следующие основные части: деревянная станина, состоящая из нижней рамы (*N*) с вертикальными стойками (*P*, *X*, *T*), и брусья; последние служили опорами массного бассейна (25). Для придания жесткости конструкции станина была снабжена скрепляющими продольными планками. Деревянный массный чан (25) имел вращающийся черпальный барабан (15). Этот черпальный барабан

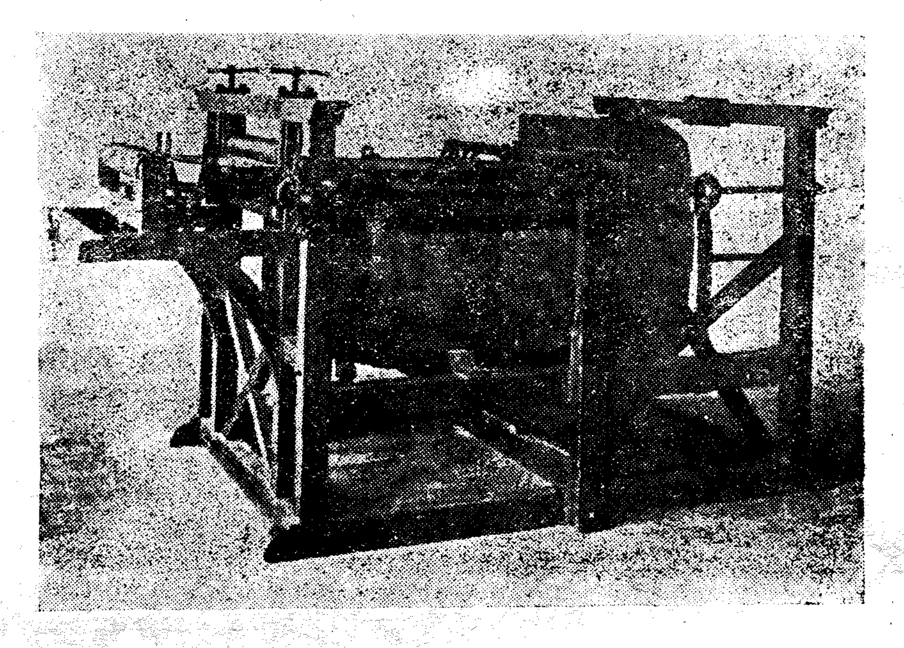
[1] Description des machines et procédés spécifiés dans les brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation etc. Paris, 1823, т. V, стр. 18—24. Литература о машине Робера и ее изобретателе скудна; кроме патента изобретателя сведеаия о машине имеются еще в Jahrbücher des polytechnischen Instituts in Wien, 1824 г., т. 5, стр. 333, в журнале мануфактур и торговли ва 1825 г., № 4. Статья „Исторические замечания о делании бумаги посредством машины".

Musée rétrospectif de la classe 88. Fabrication du papier. L'exposition universelle internationale de 1900 à Paris. Rapport de la commission d'installation. Здесь помещено изображение реконструкции машины Робера, сделанной Allimand'ом по чертежам изобретателя.

L. Piette. Traité de la fabrication du papier. Paris, 1831. Первое описание устройства бумажной машины.

Кроме того, работы, изданные к столетию этого изобретения: Le centenaire de la machine à papier. J. Bréville. Notice biographique sur N. L. Robert. Dreux, 1873.

состоял из тонких медных полос, поддерживаемых изнутри металлическими брусками. Поверхность барабана была снабжена восемью узкими медными полосками, посредством которых происходило зачерпывание массы из чана и подача ее с помощью дощечки (18) и резервуара (20) на сетку (*g*). Сетка машины была сделана подобной той, которая применялась в бумажных формах. Это бесконечная медная сетка длиной в 3 метра 40 см и шириной 64 см, была надета на два деревянных цилиндра (*h* и *i*). Натягивание или ослабление сетки достигалось путем перемещения в горизонтальном направлении валика (*h*) с помощью болта (*a*). Сетка была снабжена медными крючками, расположенными на равном расстоянии друг от друга. Эти крючки скользили по находившимся



Фиг. 4. Реконструкция машины Робера.

с обеих сторон чана линейкам (*e*), которые поддерживались медными четырехугольными прутьями (*t*), прикрепленными на шарнирах. Считая очень важным правильное натяжение сетки, изобретатель предлагал поддерживать ее с помощью двух деревянных прутков, как это делалось в ручных формах. С каждой стороны сетки были прикреплены узкие полоски угриной кожи, служащие для того, чтобы удерживать бумажную массу от растекания. Вся машина приводилась в движение вручную, путем вращения рукоятки (5). Это вращение передавалось одновременно с помощью зубчатки (7) и цевочной шестерни (4) валу (2), и с помощью зубчатки (8), оси (6) и цевочной шестерни (9) — прессу. Пресс (17) состоял из двух медных цилиндров, между которыми проходила сетка. Оба эти цилиндра были покрыты сукном, подобным тому, которое применялось в бумажном производстве. Вал (2) передавал свое движение

с помощью зубчатки (13) цевочной шестерне (14) и вала (21) черпальному барабану (15) и восьмиграннику (10), который производил поперечную тряску сетки. Сетка должна была иметь, по мысли изобретателя, незначительный наклон по направлению к прессу. Работала машина следующим образом: посредством черпального барабана масса подавалась на сетку, которая одновременно приводилась в поступательное горизонтальное движение и боковое колебательное движение по ширине машины. Такая работа должна была, по мнению изобретателя, обеспечить надлежащее переплетение волокон, необходимое для выработки бумаги. Отдавший на сетке часть своей воды бумажный лист поступал под пресс, пройдя который он наматывался на валик (*p*).

В этом механизме ярко выступает подражение ручной работе — черпанию. Сетка машины заменила собою ручную форму, сотрясательное движение механизма заменило тряску, производимую руками черпальщика, ручной деревянный пресс мануфактурной мастерской был заменен прессом машины. Но все эти рабочие операции в механизме Робера осуществлял единый агрегат, который должен был обеспечить полную замену всех сложных и разнообразных операций, производимых звеном рабочих черпальни. И действительно, уже в этом механизме обрабатываемый полуфабрикат проходил все операции, не требуя никакого непосредственного вмешательства рабочих. Мало того, уже в этой еще очень несовершенной конструкции вся работа по выпечке бумаги происходила без перерыва: бумажная масса — на одном конце машины, готовый лист бумаги — у другого конца.

Такова бумагоделательная машина Робера — новидимому, первый, доведенный до практического осуществления механизм для черпания бумаги. По своему существу этот механизм предвосхитил ряд технических принципов, только теперь осуществляемых в производстве. Современные гиганты-самочерпки являются, строго говоря, только модернизированными и усовершенствованными потомками этой машины. Но при ближайшем рассмотрении этот механизм оказывался страдающим рядом крупных недочетов. Робер, не будучи механиком, не смог придать своей идее необходимые конструктивные формы. Чан машины не был снабжен приспособлением для размешивания массы. Это обстоятельство вызывало неравномерную концентрацию, которая усиливалась из-за отсутствия выводных желобков для подсеточной воды. Вся подсеточная вода с помощью желоба (22) поступала назад в чан. Робер, пытаясь здесь воспроизвести технический прием, имевший место в ручном производстве, упустил из виду, что этот недочет устранялся там навыком черпальщика, регулирующего концентрацию массы. Отсутствие регистровых валиков и сосунных ящиков затрудняло надлежащее обезвоживание. Прессовая часть машины состояла всего из одного пресса. Сушильная часть отсутствовала вовсе. Все это приводило к тому, что обезвоживание производилось только силой тяжести массы на сетке,

и бумага выходила с машины сырой и требующей дополнительной сушки. Склеиваясь на накате, она доставляла немало хлопот обслуживающему персоналу. Несовершенство наката заставляло время от времени останавливать машину для того, чтобы снять готовую бумагу. Обслуживалась такая машина звеном из двух-трех рабочих. Один из них исполнял роль двигателя, приводя в движение весь механизм вращением рукоятки, а другие выполняли подсобные работы, снимая готовую бумагу и поднося массу. Производительность этого механизма не очень значительно превышала производительность ручного звена (машина Робера могла дать не свыше 100—120 кг плохой бумаги), но замена им труда высококвалифицированных рабочих делала его применение очень заманчивым. Однако механизм требовал, как мы видели, еще очень большого числа доделок и конструктивных поправок. Отдельные части нуждались в непрерывных починках, смене изнашивающихся деталей и т. д. Все это требовало очень больших затрат со стороны изобретателя и конструктора.

Вполне понятно, поэтому, что когда Робер, который поссорился к этому времени с Дидо, попытался сам организовать собственное машинное производство бумаги в компании с нормандцем Гранденом (Grandin) (июнь 1799 — март 1800), он потерпел неудачу. Нехватало опытных рабочих, машина работала нерегулярно и выделывала плохую бумагу, опыты требовали больших средств и времени. Измученный неудачами, Робер был вынужден примириться со своим хозяином Дидо, и 7 жерминаля VIII года он продает ему свой патент за 24700 франков, из которых ему удалось получить всего несколько тысяч. Произведенные еще раз опыты показали необходимость дальнейшей конструкторской работы. Дидо обращаются два раза за финансовой помощью к правительству (в VIII и X годах), но оба раза получают отказ. Наступили новые времена, к власти пришло правительство Наполеона, одним из первых мероприятий которого было закрытие 60 газет из общего числа 73, [1] издававшихся в стране. Книгоиздательская деятельность падает, исчезает брошюрная литература. Для бумажной индустрии наступают тяжелые времена. Но Дидо прекрасно понимали все значение изобретения, сделанного Робером. Они искали путей для его реализации. Когда все надежды на использование изобретения во Франции были исчерпаны, Леже Дидо (управляющий бумажной мануфактурой в Эссоне) в феврале 1801 г.) отправляется в Англию. Здесь его родственник Джон Гамбль (John Gamble) нашел богатого предпринимателя Генри Фурдринье (Henry Fourdrinier), который финансировал опыты, производимые выдающимся английским механиком-машиностроителем Брианом Донкином (Bryan Donkin). Основательно переконструированная, со всеми

---

[1] Hatin, Eugène. Bibliographie historique et critique de la presse périodique française, p. XCI. Paris, 1866.

основными деталями, сделанными из металла, бумагоделательная машина при испытаниях дала прекрасные практические результаты, и вскоре первые машины были установлены в Фрогморе в Кенте (1804) и Туотватерсе в Гертфордшире (1805).

Робер сделал еще одну попытку реализовать свое изобретение во Франции. Он вел переговоры с Guillot, фабрикантом бумаги в Mesnil около Dreux. В результате этих переговоров изобретатель установил на мануфактуре этого предпринимателя свой механизм, но и здесь после потери нескольких десятков тысяч франков на опыты от него отказались. Патент Робера оканчивался в 1814 г., и изобретатель, потеряв всякую надежду на осуществление своего изобретения, становится учителем в школе городка Dreux, где и умирает 8 августа 1828 г. Еще при жизни он мог быть свидетелем дальнейших попыток реализации своего изобретения. Дидо поручил А. F. Berte взять французский патент на все усовершенствования, сделанные в Англии к машине Робера, что тот и сделал 11 октября 1811 г. В 1814 и 1815 гг. Berte совместно с англичанином Гревенничем установил две бумагоделательные машины с Sorel и Soussay, около Dreux. Леже Дидо после своего возвращения во Францию в 1818 г. также установил ряд бумагоделательных механизмов.

Конструкция Робера и во Франции подвергалась непрерывным улучшениям и изменениям. Бумажный фабрикант в Во-де-Вире, Дезетабль (Desetable), изобрел машину для выделки бумаги определенного размера. [1] В этой конструкции он пытался устранить один из основных недочетов машины Робера — неравномерную концентрацию массы. Это достигалось в машине Дезетабля путем автоматического подливания в чан машины того же количества бумажной массы, какое было из него взято. В 1811 г. Фердинанд Лейтеншнейдер (Leitenschneider) [2] получил французский патент на изобретенную им бумагоделательную машину. В этом механизме была значительно усилена степень автоматизации работы, которая имелась в ранних конструкциях. Машина звоном колокольчика давала знать о готовности определенного количества бумаги. В то же Общество поощрения национальной индустрии изобретатели Портер и Дюрье представили изобретенную ими машину для выработки бесконечной ленты бумаги.

В Англии, помимо работ Б. Донкина и Фурдринье, также шла напряженная работа по усовершенствованию бумагоделательной машины. Известный английский механик и изобретатель Иосиф Брама (J. Bramah) взял в 1805 г. патент на две бумагоделательные машины, одна из которых была первой конструкцией так называемой цилиндрической машины.

---

[1] Bulletin de la Société pour l'encouragement de l'industrie nationale, VI année, 1807, стр. 129.

[2] Bulletin de la Société pour l'encouragement de l'industrie nationale, XII année, 1813, стр. 170.

В 1807 г. Джон Дикинсон из Гертфордшира предложил свою конструкцию бумагоделательной машины, в которой он устранил ряд недочетов предыдущих конструкций. В этой машине значительно улучшен процесс подачи бумажной массы на сетку, кроме того, в ней применены сосунные устройства (воздушные отсасыватели) для сушки бумажной ленты. Помимо этих работ, в 1816 г. бумажный фабрикант Роберт Камерон также получил патент на изобретенную им бумажную машину.

После этой работы, проделанной лучшими техниками, изобретателями и конструкторами двух передовых индустриальных стран Европы, бумагоделательная машина получила конструктивные формы, обеспечивающие практический успех. Самочерпка начала быстро проникать в бумагоделательную промышленность европейских стран. В 1816 г. Адольф Кеферштейн,[1] бумажный фабрикант в Вейде, начал свои работы по оборудованию машинного производства бумаги, которое было окончено в 1819 г. Англичанин Корт построил спустя несколько лет фабрику для производства бумаги в Берлине. Фабрика была оборудована бумагоделательными машинами, приводимыми в действие паровым двигателем. В Австрии владелец бумажного производства в Фроценстале близ Эбереггассинга — фон Пескер и директор этого предприятия Винцент Стерц взяли в 1819 г. привилегию на изобретенную ими бумажную машину. В 1821 г. они получили дополнительную привилегию на различные улучшения первого механизма. В России бумагоделательная машина впервые устанавливается на Петергофской бумажной мануфактуре. Приехавший из Англии, по приглашению русского правительства, фон-Вестингаузен[2] с помощью английских мастеров установил на этой фабрике две бумажных машины.

Надо отметить, что каждая установка бумагоделательных машин в отдельных странах сопровождалась теми или иными изменениями конструкции машины, приспособлением ее к местным условиям, улучшением ряда существенных деталей. Таким образом, процесс улучшения этого механизма получал все новые и новые импульсы к своему развитию. Переконструированная и улучшенная бумагоделательная машина вскоре получила широкое применение, всюду содействуя и организационной перестройке бумажного производства.

IV

Французское бумажное производство XVIII в., этот „образец мануфактуры в собственном смысле слова“ (Маркс), было той почвой, на которой выросли все предпосылки для замены ручного труда машинным.

---

[1] Der Papier-fabrikant, № 47, 1931 г., стр. 747—749, статья A. Schulze. Über die erste Papiermaschine und ihre Erfindung.

[2] ЛОЦИА. Фонд Департамента мануфактур и внутренней торговли, 1-е отд., 1-й стол, дело № 51, 1824 г. и дело № 10, за 1814 г., К машинам Вестингаузена автор предполагает вернуться в недалеком будущем.

Введение нового механизма—ролла—нарушило „железный закон строго определенных пропорций и отношений, распределяющий рабочие массы между отдельными функциями" (Маркс) в бумажной мануфактуре. Это обстоятельство превратило операцию черпания в рамки, ограничивающие рост производства бумаги. Ожесточенная классовая борьба в период Великой революции, вызвавшая широкое применение нового оружия политической борьбы—массовой литературы, потребовала полной перестройки бумажного производства. Естественно, что усилия изобретателей в первую очередь были направлены на замену ручной работы машинной именно на участке черпания. Многочисленные опыты, из которых выявлена лишь незначительная часть, привели к решению проблемы — замене сложных ручных операций, требующих большого искусства, работой машины. Эта машина, рожденная в период острейших социальных конфликтов, явилась носителем самых прогрессивных технических принципов.

Как указывалось, это обстоятельство ускользало от внимания исследователей, занимавшихся историей самочерпки. Только Маркс в своем социально-техническом анализе этого механизма вскрыл передовые технические принципы, заложенные в бумагоделательной машине и остававшиеся недоступными техникам-специалистам. Приводим данную им характеристику: „Два великих принципа, обусловливающих успешность, сполна воплощены в этом удивительном автомате. Одним из наиболее важных факторов во всех отраслях индустрии является непрерывность производства. Наиболее совершенной и наиболее производительной машиной является та, которая способна к беспрерывной производительности. Там, где изготовляемый предмет может проходить без перерыва (и, следовательно, без промедления) от первой до последней стадии своей обработки машинами, по всей вероятности, будет произведено лучшее изделие и с меньшими затратами, чем в том случае, когда предмет на каждой стадии своей обработки должен быть переносим с одного места на другое... Они (бумажные машины. *Н. Р.*) представляют собою законченную систему, ибо сырой материал подается к одному концу, и готовое изделие выходит из противоположного конца, Также и в другом отношении выявляет эта машина свою удивительную конструкцию, а именно, она действует совершенно автоматически. Она не получает помощи от человека, а совершает возложенную на нее задачу путем комбинирования и соответствующего действия частей, из которых она состоит. Если содействие и необходимо в каком-либо отношении, то лишь в смысле устранения случайных трудностей, а не для помощи самому производству. Работа машины отличается также чрезвычайной быстротой... одновременностью операций". [1]

---

[1] Модест Рубинштейн. Маркс о развитии техники. Большевик, 1932, № 1—2, стр. 18.

Конструирование и постройка такого совершенного механизма были серьезным испытанием, с которым могли справиться только соединенные усилия техников всех передовых промышленных стран.

Только переконструированная и дополненная рядом существенных частей самочерпка начала широко применяться в бумажном производстве служа могучим средством превращения его в полноправную отрасль рождающейся фабричной промышленности.

N. M. RASKIN

LA MACHINE POUR LA FABRICATION DU PAPIER ET SON INVENTEUR NICOLAS LOUIS ROBERT

La machine à fabriquer le papier occupe une place toute particulière parmi les mécanismes nombreux de l'époque de la révolution industrielle La machine, proposée par le constructeur français Nicolas Louis Robert a été la première machine pour la production du papier, dont nous trouvons des mentions dans l'histoire. C'est dans ce mécanisme qu'on été incorporé pour la première fois dans la technique industrielle deux principes techniques fondamentaux: celui de la continuité et celui de l'automatisme.

L'analyse de la manufacture du papier et celui du mécanisme inventé par Robert nous permettent d'établir, que cette invention fut celle qui a marqué le commencement de la révolution technique dans le domaine de la fabrication du papier. Ayant remplacé l'ouvrier-puiseur dans l'opération de la formation de la feuille qui est l'opération principale dans le procédé technique de la fabrication du papier, ce mécanisme a signalé le commencement de la réorganisation de cette manufacture qui devait la rendre mécanique et vraiment industrielle.

Nous comprendrons mieux l'importance du l'invention de Robert, si nous nous souvenons du mécanisme de broyage de la masse du papier, si répandu au XVIII siècle, le cylindre étant beaucoup plus productif que les piles dont on se servait auparavant pour le même travail; le cylindre changea naturellement les conditions habituelles de cette fabrication. Ce fait fut la cause d'un retard continuel de l'opération de la formation des feuilles, ce qui ne manqua pas d'attirer l'attention des inventeurs à ce procédé de la fabrication. Certaines valeurs et données, mentionnées dans l'article, caractérisent les conditions qui prévalaient dans l'industrie du papier du temps de Robert. L'augmentation de la production imprimée, qui avait suivi les événements de la Grande Révolution Française, ne pouvait pas manquer d'influencer immédiatement la fabrication du papier, en contribuant à la reconstruction fondamentale de sa base technique.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. 1, вып. 5

Е. А. Цейтлин

ПЕРВЫЕ ШАГИ МЕХАНИЧЕСКОГО ЛЬНОПРЯДЕНИЯ В РОССИИ

ВВЕДЕНИЕ

Ручная обработка льняного волокна — самая древняя область текстильного производства в России, время зарождения которой трудно отнести к какому-либо определенному историческому периоду. Напротив, история машинного прядения льна почти целиком укладывается в последнее столетие, завершая собой процесс технической революции текстиля, начавшийся за 50 лет до того в Англии изобретением важнейших бумагопрядильных машин. Если же говорить о развитии настоящей фабричной отрасли льнопрядения, то таковой дореформенная Россия вообще не знает: техническое перевооружение здесь совершается значительно медленнее, чем в хлопчатобумажной промышленности, владеющей уже главными достижениями английской машинной техники. И это — результат не только победоносного шествия хлопка и захвата им „командных высот" текстильного производства, но и, в значительной степени, того примитивного состояния техники льняного дела, в каком это последнее находится в России в XVI — XVIII вв. и всей первой половине XIX в. Так, если образование крупных мануфактур в льняной промышленности становится в Западной Европе совершившимся фактом к середине XVI в. то в России до конца XVII в. существует лишь одна казенная (царская) полотняная мануфактура. Но и она в отношении технического оборудования и приемов работы мало чем отличалась от обычной крестьянской светелки с ее архаическими формами производства. Процесс прядения ведется здесь старым веретенным способом, в то время как европейская промышленность давно применяет в качестве главного прядильного инструмента самопрялку, впервые появившуюся в конце XV в. в Италии и Германии и получившую широкое распространение после присоединения к ней ножной педали — усовершенствование, обычно приписываемое немецкому каменотесу Юргенсу и датируемое 1530 г.

В таком виде льняная, или, как ее называли по месту происхождения, саксонская самопрялка становится необходимой принадлеж-

ностью крупных льнопрядильных предприятий в Германии, Франции, Англии, Италии, Нидерландах в течение всего мануфактурного периода. Напрасно было бы искать ее, однако, среди инвентаря „хамовного двора“ — единственной русской текстильной мануфактуры. Документы, относящиеся к этому предприятию, опубликованные Историко-археографическим институтом Академии Наук, с достаточной очевидностью убеждают нас в том, что России XVII в. самопрялка не была известна. „... Лен покупаем все чесаной и купя, государь, лен прядем у пряслиц, а не за гребень“, пишут кадашевские прядильщики в 1632 г. Прялицей же, как известно, называется донце, на котором закрепляется пучок льна для ручного прядения веретенами. Она в одинаковой мере служила, повидимому, как для обработки на пряжу чистого волокна, так и для утилизации льняных отходов. Об этом прямо говорится в том же документе: „А что... со льну отческов, хотя и сойдет понемногу, и мы... те очески себе на одежишко прядем також за прялицами“.[1] О примитивности технических средств прядения свидетельствует, косвенно, и очень большой процент отходов при обработке чесаного льна. „А доведется по опыту и с того льну с пуда взять у него, Логина, пряжи по 15 фунтов“,[2] читаем мы в переписке конца XVII в. Что касается производительности прядильного труда, то, по приблизительному подсчету на основании имеющегося у нас цифрового материала, для тонких и дорогих материй одного ткача приходилось обслуживать тремя пряхами, причем каждая из них выпрядала в рабочий день около 60 г пряжи высоких номеров, т. е. приблизительно в $2^1/_2$ раза меньше нормы западноевропейских прядилен.[3] Первый установленный исторический факт применения самопрялки в России относится только к первой четверти XVIII века.

В 1719 г., по указу Петра I, иностранцу Тамесу предоставляется привилегия на учреждение полотняной мануфактуры под Москвой, причем предприятие обеспечивается дешевой рабочей силой путем приписки к нему деревни Кохмы (около Иваново-Вознесенска). Судя по отзыву современников, мануфактура эта была образцовой для своего времени, если, конечно, объектом сравнения брать русские промышленные заведения. Так, например, сопровождавший датское посольство в Россию в 1718 г. камер-юнкер Берхгольц, описывая в своем дневнике посещение „фабрики“ Тамеса, отмечает здесь особую прядильную мастерскую, где на самопрялках работает 30 женщин и 20—30 мальчиков.[4]

Этими новыми для России прядильными инструментами оборудованы были и другие полотняные мануфактуры 20-х гг. XVIII в. Мы встречаем самопрялки в первоначальном инвентаре Ярославской ману-

---

[1] Крепостная мануфактура, т. III. Изд. Акад. Наук СССР, 1932, стр. 57.
[2] Там же, стр. 71.
[3] Там же, стр. 63.
[4] Дневник камер-юнкера Берхгольца, ч. II, 1858, стр. 94—95.

фактуры Затрапезного, на них ведется работа на казенном предприятии в Москве. В середине века уже все крупные централизованные мануфактуры либо имеют у себя специальные прядильные отделения с контингентом „самопрядчиков", либо раздают чесаный лен для обработки на пряжу окрестным кустарям, снабжая их при этом самопрялками. Но полсотни мануфактур, официально зарегистрированных к началу 60-х годов, принадлежали в большинстве случаев купцам и применяли в производстве как крепостной, так и вольнонаемный труд, причем последний был преобладающим, по крайней мере, на четверти всех предприятий. Что касается огромного числа помещичьих вотчинных „фабрик", работавших, главным образом, на удовлетворение „домашних" нужд их владельцев, то о техническом состоянии этих предприятий, к сожалению, мы не можем достоверно судить, так как они не входили в число „указных фабрик", подведомственных Мануфактур-коллегии. Но зато нам хорошо известно, насколько примитивной и несовершенной оставалась материальная база мелкого кустарного производства, как мало изменились здесь технические средства по сравнению с XVII в.

Самопрялка, без которой теперь обходились лишь очень немногие крупные мануфактуры, в 60-х гг. XVIII в. почти не была известна в широком крестьянском быту. Разосланные в 1766 г. Вольным экономическим обществом по разным провинциям „экономические вопросы" „о земледелии и о внутреннем деревенском хозяйстве" собрали много интересных сведений, касающихся производительности прядильного труда и способов прядения и позволяющих сделать некоторые общие выводы об уровне прядильной техники в то время. Пункт 60, затрагивающий исследуемые нами вопросы, имеет, в числе прочих, и следующий: „На гребне ли прядут или на самопрялках и на каких?".[1] Во всех без исключения ответах по этому пункту в категорической форме заявляется о неупотреблении самопрялок в деревнях данной провинции. „Лен прядут бабы на гребнях, а самопрялок у себя не имеют, и совсем их не знают", гласит ответ Залесского у. Переяславской провинции. То же мы имеем по Острогожской провинции и по Рязанскому у. Ответы других провинций по существу не отличаются от предыдущих: „... а самопрялок и в обыкновении нет", „самопрялок здесь и в обычае нет", „самопрялок нигде нет"[2]—таков характер всех этих заявлений. Единственный, но и то крайне сомнительный намек на возможность применения самопрялки можно усмотреть только из ответа Оренбургской губ.: „в пряже обыкновенно употребляют здесь гребень, а не самопрялку"[3].

Раз орудием прядения, как мы установили, служило исключительно веретено, понятно, что производительность труда оказывалась

[1] Труды Вольн. эконом. общ., т. 7 (1767), стр. 78.

[2] Там же, т. 8 (1768), стр. 97, 128, 215.

[3] Там же, т. 7 (1767), стр. 197

здесь значительно ниже западноевропейских норм. Из ответов Изюмской провинции видно, что в неделю бабы выпрядают 1 мот в 10 пасем; для одного дня (ночи) это составляет 600 аршин; та же длина выпрядки указана в ответе Острогожской пров.; по Ахтырской пров. мы имеем среднюю дневную выработку в 800 аршин. Конечно цифры эти не могут служить мерилом уровня прядильного производства в специальном смысле, так как они относятся к тем случаям, где прядение является лишь побочным занятием, одним из обычных видов времяпрепровождения женского населения, но не выделяется как профессиональное ремесло, вследствие чего работа на веретене вряд ли занимает больше 5—6 часов в день, а с качественной стороны, повидимому, характиризуется затратой труда малой интенсивности.

Но и высшие нормы веретенного прядения, о которых мы имеем сведения в это время, оказываются значительно более низкими, чем коэффициент выработки пряжи на самопрялках в Западной Европе. Согласно вычислениям, произведенным А. Олешевым на основе личных наблюдений, лучшая пряха могла выпрясти в течение целого дня и (очевидно, не менее чем за 12 часов) при напряженной работе, нить длиной в 2800 аршин, в то время как производительность труда немецкой пряхи разнялась 4800 аршин в день.[1]

Таким образом, в 60-х гг. XVIII в. самопрялка давала продукцию в 1.7 раз бо̀льшую, чем веретено. Если же принять во внимание, что общественно-нормальным (для России XVIII ст.) был уровень производительности веретенного, а не прялочного прядения, то станет ясной вся отсталость русской льнопрядильной техники.

Насколько мало самопрялка была известна в немануфактурном производстве, как трудно было в условиях крепостного хозяйства получить распространение всякому техническому новшеству, видно, между прочим, из рассуждений того же Олешева относительно причин, побудивших его заняться доказательством преимуществ этого инструмента перед веретеном: „Не трудно мне будеть уверить тех, которые знают самопрялки, что они несравненно перед пряслицами нашими лучше и к скорому обрабатыванию необходимо нужны. Иностранные сельские домостроители в рассуждении сей работы нашли уже то опытами подтвержденное: но противное сему будут мне говорить те, которые никогда не помышляют отступить от застарелых своих обычаев. Как де, говорят, приступиться к такому орудию, которое требует известного установления? Нет: лучше пускай я сверчу от веретена всю кожу, а такой пострел (!), как самопрялка мне в том не надобен. Оставим на некоторое время каждого при его мнении, а к ясному и скорому доказательству намерен я следующий пример написать“.[2]

[1] Труды Вольн. эконом. общ., т. 5 (1767), статья „О пряже и точе в Вологодском уезде“, стр. 139—140.

[2] Указ. статья Олешева, стр. 139.

Итак, к моменту технического переворота в текстильной промышленности, начавшегося в Англии в конце 60-х гг. XVIII в., ручное прядение льна в России стояло на более низком уровне, чем в западноевропейских странах. Этот исторический „балласт" потом в XIX в., задержит, как мы увидим, переход русского льняного производства на машинные рельсы.

Но промышленная революция, в рамках XVIII в., и в Англии не разрешила проблемы механического льнопрядения: важнейшие бумагопрядильные машины, изобретенные в это время, оказались лишь в некоторой степени пригодными для обработки шерсти и совсем непригодными, когда пытались применить их к грубым и длинным волокнам льна. Расцвет хлопчатобумажной индустрии, вызванный массовым спросом на дешевые ткани, явился материальной базой перехода к фабричной системе, исходным пунктом превращения мануфактуры в крупное машинное производство. Льняная промышленность отходила на второй план; для технического переворота условия здесь еще не созрели, ни о какой серьезной конкуренции с хлопком нельзя было и думать. Однако, совершенно ошибочным явилось бы предположение о том, что изобретение льнопрядильных машин лет 50 спустя было достижением технической мысли одного только XIX в.: их изобретение имело большую предисторию.

Поиски шли в двух направлениях: 1) по линии механического перенесения принципов, положенных в основу бумагопрядильных машин, на прядение льна, что вследствие несоответствия между орудием и предметом труда в значительной степени обрекало на неудачу всякие подобного рода начинания, хотя факт этот сам по себе чрезвычайно характерен и типичен для первых шагов машинизма; исторически важным здесь было то, что такой своеобразный метод „доказательства от противного" в конце концов не мог не натолкнуть мысль изобретателей на необходимость разработать новые принципы, которые соответствовали бы специфическим условиям данного производства а не представляли бы простые заимствования из родственной, но имеющей качественные отличия сферы техники; 2) по линии трансформации старых материальных средств производства мануфактурного периода и соединения их в полумеханические орудия, коэффициент замены рабочей силы в которых, однако, строго ограничен, вследствие чего машины эти не могут явиться основой подлинной технической революции.

Победа машины в хлопчатобумажном производстве, естественно, определила собою для Англии и Франции последних десятилетий XVIII в. первый путь, как единственно обещавший практическое разрешение задачи. Наоборот, попытки второго рода могли иметь место только в отсталой стране, техническая основа промышленности которой не была затронута мощными раскатами индустриальной революции.

И действительно, едва ли не самая ранняя попытка изобрести механизм для прядения льна путем удачной комбинации мануфактурных инструментов была предпринята в России в 70-х гг. XVIII в.

Купец Родион Глинков представил на рассмотрение Вольному экономическому обществу в 1771 г. свою машину, состоявшую из чесального и прядильного аппарата оригинальной конструкции. После усовершенствования изобретения механиком Лешенколем и соединения обеих частей механизма в одну систему с общим гидравлическим двигателем, машина эта увеличивала производительность труда в пять раз по сравнению с работой на веретене и в три раза — по отношению к самопрялке. Но отсутствие вытяжного механизма, составлявшего исходный пункт превращения ручных орудий в рабочую машину, не давало возможности одному человеку обслуживать сразу несколько веретен, вследствие чего количество последних обязательно соответствовало количеству рабочих. Экономическая выгодность машины, таким образом, базировалась на повышении производительной силы каждого инструмента, а не на увеличении количества инструментов, обслуживаемых одним рабочим, т. е. на принципе, прямо противоположном тому, который лежал в основе великих изобретений в прядильной технике XVIII в. Именно потому машина Глинкова, представляя собой попытку решить новую задачу старыми средствами, органически не могла революционизировать прядильное производство; коэффициент замены рабочей силы, выражаемый цифрой 5, был здесь имманентным пределом, выйти из рамок которого не представлялось возможным. Между тем „Дженни" и ватер-машина, изобретенные в конце 60-х гг. XVIII в. в Англии, уже с самого начала позволяли одному человеку выпрядать 20—30 нитей, а впоследствии число веретен на одной машине доходило до нескольких сот, так что дальнейшее увеличение количества их, а тем самым и повышение мощности самой машины, не встречало здесь никаких препятствий, кроме моментов чисто конструктивного порядка или недостаточной силы двигательного механизма.

Но проблема была радикально разрешена только для хлопка, и опыт Глинкова, подготовленный его практической деятельностью, как владельца прядильной мануфактуры в г. Серпейске (Калужской губ.), нужно признать весьма интересным и ценным, в условиях крепостной России XVIII в., так как в 70-х гг. XVIII в. это был безусловно самый совершенный из известных нам аппаратов для прядения льна. То обстоятельство, что машина Глинкова не получила, повидимому, никакого распространения, объясняется в большей степени отсутствием экономических стимулов к техническим усовершенствованиям и в купеческом и в дворянском секторе русской промышленности второй половины века, нежели недостатками самого изобретения, и нисколько не умаляет заслуг Глинкова как пионера в истории льняной техники, как первого, поставившего проблему механического льнопрядения

в России, — пусть ошибочно в историческом аспекте, но для своего времени и страны давшего крупное экономически-прогрессивное изобретение.[1]

На Западе первые попытки механически прясть лен относятся только к 70-м и 80-м гг. XVIII в. Блестящие успехи в прядении хлопка естественно, поставили прежде всего вопрос о возможности использования бумагопрядильных машин для обработки других волокнистых веществ. Аркрайт, „отец английской хлопчатобумажной промышленности" и сомнительный творец идеи ватер-машины, стремясь придать последней универсальный характер, пробовал прясть на ней лен, но не добился никаких положительных результатов. Вытяжной аппарат его машины, вследствие недостаточной сдерживающей силы валиков, не вызывал столь сильного трения между отдельными первообразными волоконцами льна, какое необходимо для механического их расщепления и скольжения друг над другом Также безуспешны были и опыты, делавшиеся в этом направлении французами Ramonet (1782 г.), Amavet (1788 г.), Hildebrant (1789 г.), Villeneuve (1791 г.).[2] Первый важный шаг на пути к разрешению проблемы сделан был двумя английскими механиками — Джоном Кендрю и Томасом Портхаузом из Дарлингтона, введшими новую систему вытяжных и питательных валиков с вытяжкой льна под значительным давлением.[3] Но грубость вытяжного аппарата не позволяла прясть на машине тонкие номера льна, и две льнопрядильни, организованные изобретателями (одна близ Гоутона, другая возле Котама), ни в какой мере не демонстрировали больших успехов нового принципа прядения. Более удачной следует признать деятельность Джемса Эйтоуна, который в 1792—1793 гг. построил несколько машин по системе Кендрю и Портхауза, получивших применение в ряде льнопрядилен (в Дарлингтоне, Кинсгорне и др. городах).[4] Другой английский изобретатель, Вильям Робинзон, добившись от французского правительства выдачи патента на изобретенную им машину для прядения льна (21 жерминаля VI г.),[5] вошел в соглашение с неким Фурнье о практической эксплоатации изобретения, в 1801 г. и учредил в Париже льнопрядильную мануфактуру. Хотя дальнейшая судьба этого предприятия неизвестна, анализ патента показывает, что машина Робинзона обладала рядом положительных качеств, свидетельством чего служит также

[1] О Глинкове см. мою статью в 1-м вып. „Архива истории науки и техники" 1933, стр. 114—132.

[2] Ch. Ballot. L'introduction du machinisme dans l'industrie française. Chapitre IV. Le lin, p. 229.

[3] L. Horner. The linen trade of Europe during the spinning-wheel period. 1920, p. 248—251.

[4] A. J. Warden. Linen trade, ancient and modern, p. 691. London, 1864.

[5] Патент машины Робинзона (с чертежами) опубликован в „Description des machines et procédés", t. III, No 181, p. 105. Paris, 1820.

отзыв о ней сенатора Монжа, который в письме к префекту департамента Сены (на этот документ ссылается Робинзон) рекомендовал изобретение французским властям, как заслуживающее всеобщего распространения в виду способности машины выпрядать хорошую и ровную нить. О том же говорит почетный отзыв, полученный машиной на выставке 1801 г. Вслед за Робинзоном, 27 февраля 1798 г., берут патент на льнопрядильные машины для ввоза их во Францию два других англичанина — Фультон и Катлинг. Еще через два года аналогичную привилегию на сделанные в льнопрядении улучшения получает некая м-м Кларк.[1]

Начало подъема французской текстильной промышленности, связанного с военно-экономической политикой Наполеона I, экспансией промышленного капитала в средне и южноевропейские страны и превращением значительной територрии континента в рынок для товаров французской индустрии, вызывает усиленный интерес и в правительственных, и в промышленных, и в научных кругах к новым методам обработки льна. Первая война с Англией, целый ряд неудачных попыток конкурировать с английской машинной пряжей, наконец, невозможность нанести решительный удар могуществу Великобритании даже системой „континентальной блокады" заставляли французскую буржуазию, помимо мероприятий военно-административного порядка, искать каких-то иных путей борьбы с конкурентом, борьбы в чисто экономическом плане. Но о соревновании с английским хлопчатобумажным производством бессмысленно было и мечтать, хотя бы уже из-за отсутствия собственной сырьевой базы. Наоборот, льняная промышленность и в Англии, как и в других странах, покоившаяся на ручной технике, была именно той областью, где борьба с Англией могла бы стать вполне осуществимой, если бы удалось найти способ машинным путем, и притом в огромном количестве, производить льняную пряжу, по своим качествам не уступающую ручной. Понятен поэтому тот усиленный интерес, который проявляется к проблеме механического льнопрядения в первые годы империи.

На ряде мануфактур начинают устанавливаться машины системы Робинзона и Деморея,[2] французского механика из Encarville'я, изобретение которого получает почетный отзыв руанского „Общества соревнования" и признается „Бюро ремесл" достойным помещения в парижскую „Консерваторию искусств и ремесл". Эта машина, улучшенная, повидимому, в некоторых деталях, с успехом применялась фабрикантом де-ля-Фонтеном из Флеши. Ему удалось производить пряжу, не только вполне пригодную для тонких полотен, но и обходившуюся дешевле ручной. На выставке 1806 г. он получает поощрительную медаль,

---

[1] Balot. Указ. соч., стр. 230.
[2] Ballot, p. 230.

а в 1809 г. о его системе прядения делается сообщение на заседании „Комитета механических ремесл“ (24 мая).[1] По мнению „Общества поощрения национальной индустрии“ наиболее интересными машинами в это время были те, которые производил для фабрикантов Руана и Парижа Busby. Среди других патентов, зарегистрированных в это время, следует упомянуть взятые в 1806 г. Maclande и в 1807 г. Madden на приготовительные и тонкопрядильные машины. В 1809 г. в Париже основывается механическое заведение по английскому образцу, оборудованное одним англичанином, сидевшим в парижской тюрьме.[2]

Однако, все эти многочисленные попытки не могли радикально разрешить вопрос, так как во всех случаях основной принцип бумагопрядильных машин механически переносился на обработку льна, и изменения касались лишь менее существенных частей конструкции. Поэтому, если машина и работала удовлетворительно, то сложность процесса и необходимость производить многочисленные операции, в частности тщательную ческу льна, делали ее применение экономически мало выгодным, в особенности принимая во внимание крайне низкую цену, по которой продавалась выпряденная вручную крестьянская льняная пряжа.

Отсюда понятен скептицизм, проявлявшийся в правительственных и торгово-промышленных кругах ко всякой новой „заявке“ на льнопрядильную машину. В упомянутом уже сообщении в „Комитете механических ремесл“ от 24 мая 1809 г. прямо говорится, что „этого рода машины не отличаются, по принципу своей работы, от машин, употребляемых в прядении хлопка и шерсти“ („ce genre de machines... ne diffère pas en principe de celles employées à la filature du coton et de la laine“) и что потому нет больше оснований поощрять подобного рода техническое творчество.[3] Bauvens, еще в 1804 г. считавший невозможной конкуренцию с ручным прядением, в „Мемуаре“ 1810 г. пишет, что расходы, связанные с содержанием механической льнопрядильни, настолько велики, что несмотря на два года опытов и истраченные на них 100 тысяч франков, он отказывается теперь продолжать производство льна машинным путем. При таком положении дел даже те изобретатели, которые предлагали машины, одобренные техническими экспертами, не имели возможности продолжать начатые опыты, потому что „Совещательное бюро“ решительно отказывало им в денежных ссудах до того времени, пока не будут достигнуты реальные практические результаты, свидетельствующие о значительных преимуществах новой системы механического прядения. „Совещательное бюро, — говорится в отзыве 1807 г., — „не имеет сведений, чтобы этот вид прядения имел

[1] Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie française, p. 234, Paris, 1809.

[2] Ballot, p. 230—231.

[3] Bulletin, 1809, p. 236.

успех, и торговля не чувствует еще преимуществ, которые он может доставить в том случае, если проблема действительно будет разрешена.[1]

Неудивительно, что подобное отношение к „новаторам“ обрекало на печальный конец разные интересные начинания. Особенно характерен случай с машиной Альфонса Леруа-сына. Как видно из сообщения, сделанного 17 февраля 1808 г. на заседании „Общества поощрения национальной промышленности“, Леруа работал над совершенно оригинальной конструкцией, „для которой хлопкопрядение не могло ему представить никакого образца“. Все операции — кроме скручивания и навивания, шедших одновременно, — отличались от аналогичных в бумагопрядении. Для удаления коротких волокон и параллельного расположения оставшихся в форме ленты применялась двойная цилиндрическая вытяжка. Благодаря этому почти не получалось отходов (il ne donne presque point de déchet), и последующие операции значительно упрощались. Первая машина Леруа состояла из восьмидесяти катушек.[2]

Однако, несмотря на очевидную новизну изобретения, сделавшего решительный шаг по пути к спецификации механического прядения льна, несмотря на рекомендацию машины сенатором Франсуа Невшато самому Наполеону и на положительные отзывы о ней таких знаменитых ученых, как Монж и Монгольфье, „Совещательное бюро“ отказало Леруа в выдаче 2500—3000 франков, необходимых ему для постановки дела в размерах, достаточных для того, чтобы массовой фабрикацией дешевой льняной пряжи убедить мануфактуристов в выгодах предложенной системы машинного прядения. Та же участь постигла и некоего de Gand, причем мотивировка отказа сводилась к недоказанности экономической рентабельности машины.[3] Словом, Бюро, не видя пользы в финансировании сомнительных с его точки зрения предприятий, считало невозможным заниматься проблемой до тех пор, пока практически-осязаемый эффект от механического льнопрядения не даст себя почувствовать.

Но надолго отложить разрешение проблемы не пришлось. Если в техническом отношении большинство предложенных изобретений страдало основным существенным дефектом — невозможностью получить требуемую вытяжку волокна только механическим путем, то экономическая потребность в льнопрядильной машине, как мощном средстве развития национальной индустрии, назрела уже совершенно отчетливо. Прекращение подвоза английского колониального сырья — хлопка, неудачи попыток акклиматизации хлопковых культур в Европе, вызвали в 1808 г. настоящий кризис французской хлопчатобумажной промыш-

---

[1] Ballot, p. 230—231.

[2] Bulletin de la Société d'encouragement, 1808, p. 47.

[3] Ballot, p. 231.

леиности. Вместе с тем и полотняные предприятия стали испытывать затруднения в получении заграничного льна и пряжи, вследствие войны с Англией (закрытие морского пути в Россию). Ясно, что при таком положении дел Тильзитский договор и начало „континентальной блокады" естественно приводили в торгово-промышленных кругах к мысли о том, что введение механического производства пряжи не только даст французской промышленности действенное оружие в борьбе с ввозом английского текстиля в Европу, но и, вследствие дешевизны машинной пряжи, приведет к монопольному господству французской полотняной промышленности на континенте, а может быть даже и к полному изгнанию „чужеземного" хлопка и замене его „природным произрастанием". Это казалось тем более вероятным, что в производстве дорогих сортов льняных и муслиновых тканей некоторые французские мануфактуры успешно конкурировали с английскими и при наличии ручной выделки пряжи.

Если в некоторых кругах, вроде „Общества сельского хозяйства, наук и ремесл", еще и высказывались мнения о вредности машин и дебатировался вопрос о вывозных премиях, как истинном средстве увеличить сбыт французских товаров в Европу, то это только свидетельствовало о полном непонимании тех великих технических сдвигов, которые в Англии вызвали к жизни новую фабричную систему и которым суждено было в скором времени преобразовать весь строй французской промышленности.

Более дальновидные люди и, в первую очередь, сам Наполеон смотрели на дело иначе. Развитие капиталистического способа производства, определявшее цели и направленность международной политики Франции, не могло не сопровождаться революционной ломкой и коренным преобразованием технической базы французской промышленности. Это стало прямо первоочередной задачей, когда выяснилось, что три года „континентальной блокады" не в состоянии были остановить потока английской промышленной продукции в Европу, размыкавшего железное кольцо запретительных декретов и проникавшего то под флагом „американского" или „шведского" груза, то в виде контрабанды, тайно санкционированной германскими „союзниками" Наполеона. В ноябре 1810 г. „Главный торговый совет" официально признал фактическое невыполнение правил „континентальной блокады" за пределами Франции. „Европейские страны применять машины заставила конкуренция Англии как на их собственном внутреннем, так и на внешнем рынке" (Маркс). Это положение Маркса как нельзя лучше подтверждается историей изобретения льнопрядильной машины. В 1810 г. кризис сбыта французских промышленных товаров почти по всем отраслям производства принял уже весьма ощутительные размеры. Лейпцигская выставка и Бокерская ярмарка, устроенные осенью этого года, окончились неудачей. Во время ярмарки цены на полотняные изделия до-

стигли настолько низкого уровня, что больше половины товара осталось непроданным.[1] Вот при таких-то „необычайных обстоятельствах, в которых находится торговля“, и появился знаменитый декрет 7 мая 1810 г., объявивший конкурс на изобретение льнопрядильной машины. „Желая по возможности способствовать развитию в нашей империи той отрасли промышленности, для которой лен составляет сырой материал“, говорится в декрете, „и принимая во внимание, что единственное препятствие, мешающее льняным мануфактурам соединять умеренность цены с хорошим качеством, состоит в том, что не удалось еще применить к прядению льна такие машины, как к прядению хлопка, мы решили и предписываем следующее...“ т. д. Премия в 1 000 000 фр. была назначена лицу, которое радикально разрешит проблему путем изобретения машины, способной при уменьшении стоимости производства на 0.8 по сравнению с ручной выпрядать тонкую, ровную и прочную нить для полотен разных сортов.[2]

На конкурс откликнулся ряд изобретателей. Характерно, что неудачи предшествовавших попыток использовать для льна бумагопрядильные машины заставили механиков искать теперь других путей к разрешению задачи. Так, американец Болдуин представил аппарат, в котором особые щипчики производили операцию вытягивания подобно пальцам прядильщиков.[3] Практическая проверка машины доказала ложность этой технической идеи — подражать ручному прядению льна. Тем не менее в 1811 г. венский механик Вурм построил машину, действовавшую по принципу, аналогичному вышеописанному. Другие изобретатели пытались найти ключ к „загадке“ механического льнопрядения в химическом воздействии на лен с целью превращения его в материал, подобный хлопчатой бумаге, и последующей выпрядки на обычных машинах. Несомненно, что стимулом к этому послужили проекты Наполеона сначала — рассадить хлопок в Европе, а затем — создать его искусственным путем из собственного сырья — льна. Еще в 1802 г. в лаборатории Политехнической школы в Париже знаменитым Гей-Люссаком проводились опыты с вываркой и выщелачиванием льяных волокон, которым, в результате, придавался вид хлопчатой бумаги.[4] В связи с конкурсом, подобные попытки были возобновлены. Но и они ни к чему не привели, так как природные свойства льна, несмотря на химическое воздействие,

---

[1] Е. Тарле. Континентальная блокада, стр. 624, Москва, 1913.

[2] Bulletin, t. 9, 1810, p. 280. Programme relatif au prix d'un million de francs offert par le décret impérial du 7 mai dernier, à l'auteur des meilleures machines à filer le lin.

[3] На эту машину был взят французский патент 10 XII 1813 г. „Description des machines et procédés“, t. XII, p. 336, pl. 28 et 29.

[4] Bulletin de la Société d'encouragement, t. I, 1802, p. 146. Notice sur une méthode de donner au lin et au chanvre les préparations du coton.

требовали специфических условий чески и прядения, отличных от применяемых к хлопчатой бумаге.

Человеком, давшим правильное разрешение проблемы, следует признать Филиппа Жирара; химик по образованию, он с установлением империи возвращается во Францию, где и начинает свою карьеру изобретателя, проявляя интерес к самым разнообразным областям техники. Так, он изобретает ахроматические очки наряду с гидростатической лампой, задумывает прибор, использующий энергию волн, и усиленно работает над усовершенствованием паровой машины. Декрет 7 мая обращает его внимание на вопрос о механическом льнопрядении. По его собственным словам, несовершенство и грубость английских машин для льна, неспособных создать тонкую и ровную нить, были настолько очевидны, что он сразу решил заняться исследованием причин неудачи многочисленных попыток механически прясть лен. [1]

Жирар первый понял, что противоречие между машиной и предметом труда определяется в данном случае несоответствием принципов работы льнопрядильных аппаратов с природой льняного волокна. Произведя микроскопический анализ этого последнего, Жирар получил неожиданные результаты: волокно оказалось состоящим из первообразных частиц, склеенных между собой особым веществом. Теперь стало ясно и то, почему валики бумагопрядильных машин не могли произвести нужной вытяжки грубых и сложных по своей структуре льняных волокон, и наметился одновременно путь к разрешению проблемы: для успешного прядения необходимо, очевидно, во-первых, химическим путем удалять склеивающее вещество и, во-вторых, механически отделять волокна одно от другого для параллельного их расположения и свободного скольжения при проходе через вытяжной аппарат. Эти две идеи и явились основой изобретения Жирара. Первая из них получила воплощение в способе мокрого прядения, вторая нашла материальное выражение в системе игольчатых гребней, этой составной части предпрядильных аппаратов для льна. Современная техника льнопрядения там, где она имеет форму, отличную от других прядильных машин, покоится именно на этих двух фундаментальных принципах.

К сожалению, Жирар не мог принять участия в конкурсе, так как его машины были готовы лишь в июне 1810 г. Патент на них был взят 28 июля 1810 г. братьями Жирар. [2]

Надеясь на получение в будущем обещанной по конкурсу награды в 1 000 000 франков, изобретатель принялся за промышленную эксплоатацию своих машин. Сначала он на собственные средства открыл механическую льнопрядильню, но затем был вынужден войти в ком-

---

[1] Ballot, p. 233—234.

[2] Description des machines et procédés, t. 12, p. 114.

панию с несколькими капиталистами. Однако и в этом предприятии с 2000 веретен и 300 рабочих производственный успех не соответствовал коммерческому. Жирар, находившийся в весьма стесненном финансовом положении, уступает вскоре свои права, как совладельца, остальным компаньонам. В сентябре 1813 г. он делает еще одну попытку организовать производство машинной пряжи, заключив соглашение с неким Prevot. Но выпутаться из долгов Жирару не удалось, и по требованию кредиторов он был вскоре арестован и посажен в тюрьму. По выходе оттуда он становится опять во главе двух льнопрядилен. Но новые условия, в которых оказалась французская промышленность после реставрации Бурбонов и начала экономической реакции, ни в какой мере не могли способствовать развитию механического льнопрядения, делавшего еще только первые робкие шаги и не доказавшего пока своей экономической рентабельности. Неудивительно, что при таком положении дел, после трагического финала „ста дней", во время которых Наполеон созвал жюри для возобновления конкурса на льнопрядильную машину, Жирар совершннно отчаялся в возможности реализовать свое изобретение во Франции; он принимает предложение одной венской компании и основывает в столице Австрии крупную механическую льнопрядильню, пущенную в 1816 г. в действие и имевшую крупный успех. [1] В то время как Жирар отправлялся закладывать основы льняной индустрии в Австрию, два его бывших компаньона по парижской прядильне, Кошар и Лантуа, перехали в Англию и взяли здесь на имя некоего Hall (1814 г.) патент на его предпрядильные аппараты с игольчатыми гребнями. С этого времени, строго говоря, и начинается *техническая революция* в английском льнопрядильном производстве.

Но здесь уже „предистория" переходит в собственно „историю", обзор которой, в западноевропейском разрезе, выпадает из рамок настоящей работы. Приступая теперь к истории механического льнопрядения в России, мы будем привлекать и западно-европейский материал, в тех случаях, когда это необходимо для выяснений влияния прогресса льнопрядильной техники на русскую льняную промышленность и и для оценки технико-экономического значения первых шагов машинизма в льнопрядильном производстве в России.

I

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЛЬНОПРЯДИЛЬНЯ АЛЕКСАНДРОВСКОЙ МАНУФАКТУРЫ

1. История основания фабрики (1801 — 1820)

Прошло более четверти века со времени изобретения Глинкова, прежде чем вопрос о применении машин к прядению льна снова был поставлен в русской промышленности. История введения первых льно-

[1] Ballot, p. 234—238.

прядильных машин в России целиком связана с деятельностью первой русской текстильной фабрики — Александровской мануфактуры. Основанная в 1797 г. аббатом Михаилом Оссовским, как частное предприятие для механической выделки бумажной и шерстяной пряжи и тканей, мануфактура эта, после смерти ее владельца, в 1799 г. переходит в казну и состоит при СПб. Воспитательном доме, который поставляет для фабрики рабочую силу. Ни в прошении и записке, поданных Оссовским, ни в докладе Мануфактур-коллегии Павлу I, ни в правительственном указе 1798 г. об учреждении механической прядильни мы не имеем еще указаний на то, предполагалось ли в дальнейшем перейти к машинному прядению льна.[1] Но уже в первый год „казенного периода" фабрики правление Александровской мануфактуры, заключая договор с английским механиком Эдварсом, ставит ему в качестве одного из условий работы обязательство „устроить машины для чесания и прядения шерсти, льну и пеньки" и пригласить в помощь казенным мастеровым иностранных „художников". Правление мануфактуры рассчитывало при этом, что машины будут изготовляться не только для самой фабрики, но и для частных предприятий, способствуя, таким образом, прогрессу машинной техники в России. Так, в пункте девятом договора прямо говорится, что „когда... впредь изготовляться будут под присмотром его (Эдварса) для прядения и чесания бумаги, шерсти, льна и пеньки разные машины с тем, чтобы оные для распространения рукоделия внутри государства продавать на казенные или партикулярные фабрики", то механик получит 5-ю часть с вырученной прибыли.[2] Однако не только этот план в ближайшие годы (в льнопрядильной своей части) не был реализован, но и вообще до 1805 г. никаких машин для льна на фабрике не устанавливалось. Объяснялось это, повидимому, недостаточными в качественном отношении успехами бумагопрядения, в виду чего не было еще оснований переходить к обработке других волокнистых веществ. В „ведомости" за 1805 г. отмечено, что к началу года на мануфактуре находилось 5 приготовительных и прядильных машин для льна, все бездействовавшие.

В это время истек срок договора с Эдварсом, и правление, считая, что он не оправдал возлагавшихся на него надежд, заключило соглашение с другим англичанином — механиком Маклероем. Последний был отправлен в Англию и Шотландию для заказа различного машинного оборудования и найма прядильного мастера. Вместе с бумагопрядильными

---

[1] Ленингр. отд. Центр. историч. архива, II эконом. отд., фонд Мануфактур-коллегии, св. 335, д. 39, 1797 г. — „О предложении аббота Оссовского ввести машины для чесания и прядения шерсти".

[2] Ленингр. отд. Центр. историч. архива, ист.-культ. отдел, фонд Мариинского ведомства, разряд дел Александровской мануфактуры. „Дела по Ал. м-ре за 1806 г.", стр. 37—89.

машинами Маклерой заказал также и льняные, состоявшие, судя по имеющемуся у нас реестру, из 2 машин для первой и второй вытяжки, одной равничной (roving frame), одной прядильной и мотовила.[1] Надо думать, что они предназначались лишь для пробных опытов, так как в „ведомости" 1805 г. говорится о поступивших в течение предыдущего года „5 моделях новых льняных машин"; цена всего ассортимента, равная 70 с небольшим фунтам, также указывает на то, что это были аппараты уменьшенного размера. И новая партия, подобно уже имевшимся на фабрике машинам для льна, лежала втуне до 1809 г., за исключением мотовила, употребленного на чулочной фабрике для сортировки льняной пряжи.[2] О типе и конструкции „новых" и „старых" машин ничего неизвестно. Можно только предполагать, что первые машины были изготовлены на самой фабрике Эдварсом и представляли собой лишь некоторое видоизменение бумагопрядильных, а вторые были выписаны по инциативе Маклероя, нашедшего аппараты Эдварса не соответствующими своему назначению и отобравшего во время заграничной поездки несколько машин новых шотландских конструкций (очевидно, системы Портгауза, Эйтоуна или Брауна), которые, хотя и с малым успехом, но применялись уже, как было указано выше, в ряде английских и шотландских предприятий. Приступая к работе на мануфактуре, Маклерой обязался, в качестве главной своей функции, „принять в свое управление переделку хлопчатой бумаги и льна в пряжу". Но и здесь понадобилось еще 4 года „раскачки", прежде чем опыты механического прядения льна „начались производством".

Толчком послужили, повидимому, новые условия, в которых оказалась русская промышленность после Тильзитского договора 1807 г. и присоединения России к „континентальной блокаде". Ожидания подъема русского текстильного производства, связывавшиеся с англо-русской торговой войной, хотя и не оправдались полностью, как это устанавливается в новейшем исследовании вопроса,[3] но ряд новых начинаний в связи с этим все же был вызван к жизни. Так, например, в 1808 г. основывается в Москве первая частная бумагопрядильная фабрика купца Пантелеева. В то же время прекращение русского ввоза в Англию явилось сильным ударом по такой статье экспорта, как лен, 90% нашей торговли которым падало именно на Англию.[4] Кризис сбыта льна и

---

[1] Реестр заказанным в Англии машинам для льна. „Дела по Ал.-м-ре за 1805 г.," стр. 205.

[2] „Дела по Александровской мануфактуре за 1806 г.," стр. 36, и „Сборник исторических материалов, извлеченных из архива с. е. и. в. канцелярии". СПб., 1893, т. V стр. 429.

[3] А. В. Предтеченский. К вопросу о влиянии континентальной блокады на состояние торговли и промышленности в России (Изв. Акад. наук СССР по отд. общ. наук, № 8 за 1931 г.),

[4] А. В. Предтеченский. Указ. соч., стр. 834.

пеньки, естественно, ставил в порядок дня вопрос о возможностях „отечественной“ переработки этих продуктов. Но полотняные мануфактуры с господствующей на них ручной выделкой пряжи ни в какой мере не могли поглотить даже небольшой части всего экспорта. Компенсировать, хотя бы отчасти, потерю английского рынка, при существующем положении, мыслимо было только путем распространения в России машинного льнопрядения, ибо в начале XIX в. уже хорошо было известно, что суперматия английской текстильной промышленности основывается на машинной технике. Александровская мануфактура, достигшая в 1807 г. значительных успехов в механическом прядении хлопка, представляла собою ту „опытную“ базу“, назначение которой, по мысли правительства, и заключалось в постепенном переходе к машинной обработке других волокнистых веществ, являющихся „природным произрастанием России“.

21 апреля 1808 г. Мария Федоровна, возглавлявшая Воспитательный дом со всей сетью принадлежащих к нему учреждений, посылает в Опекунский совет рескрипт, в котором предлагает созвать на 22 апреля чрезвычайное заседание Совета для решения вопроса о производстве первых опытов механического прядения льна и отпуске на это дело средств. При этом указывается на то, что „предмет сей... представляет великую для государства пользу“, что он был предусмотрен еще при учреждении мануфактуры и что в настоящее время почва для подобных опытов вполне подготовлена: в наличии мастер и механик, имеющие „в механическом прядении льна и составлении для того машин познание“, и получены из Англии модели самих машин, „которые предвидится ныне возможность составить в большом виде“. [1]

В своем „всеподданнейшем докладе“ Опекунский совет, соглашаясь с мнением Марии Федоровны, указывает на огромное значение собственной сырьевой базы для „новой отрасли промышленности“, имеющей дело не с „чужеземными“ продуктами, а с „российскими“, „получаемыми в таком изобилии... что за всем продовольствием во внутренности России, остающееся за излишеством немалое количество льна из-за моря отпускается“. Понятно, что в 1808 г., в виду прекращения „отпуска за море“, это отмеченное в докладе „излишество“ грозило уже прямо кризисом русскому льноводству. Во второй части доклада выражается уверенность в успехе опытов, чему примером служат „таковые заведения в Англии“, и в незначительности риска на расходы (40 000) по проведению опытов, так как рабочий персонал будет состоять из 96 питомцев, взятых из числа имеющихся на мануфактуре, а паровая машина всегда может быть употреблена на другие цели. [2] Опыты предполагалось проводить в течение 6 месяцев, а расходы равномерно

[1] Фонд Ал. м-ры, дело № 43, „О введении машин для прядения льна на Ал. м-ре“, 1808 г., л. 1.

[2] Там же, л. 3–4.

распределить между московским и петербургским Воспитательными домами.

Доклад был утвержден еще в конце апреля, но опыты начались только в 1809 г.: во всяком случае в „записке" Марии Федоровны Александру I с отчетом о деятельности мануфактуры за 1808 г. еще ничего о прядении льна не говорится. Эти „записки", подносившиеся обычно вместе с балансом мануфактуры один или два раза в год, представляют довольно ценный материал для истории учреждения и первого периода существования механической льнопрядильни на Александровской мануфактуре (1811—1826 гг.); до 1820 г. все они опубликованы в 5 и 6 томах „Сборников исторических материалов, извлеченных из архива собственной е. и. в. канцелярии", в разделе „Из истории учреждений императрицы Марии"; с 1820 г. по 1827 г.—они сохранились в фонде мануфактуры при годовых отчетах.

За последние три месяца 1809 г. удалось выпрясти при помощи трех приготовительных и восьми тонких машин, приводимых в движение паровой машиной, $116^1/_2$ пудов льняной пряжи, „которая по учиненному опыту оказалась весьма хорошей для тканья фламского полотна".[1] Результаты первых опытов механического льнопрядения следует признать и в количественном (7 ф. пряжи на машину в день) и в качественном отношении вполне удовлетворительными, тем более, что работа производилась не на английских машинах, а на сделанных самой мануфактурой по имевшимся шотландским моделям. Так как экономическая выгода машинного прядения льна зависит прежде всего от возможности утилизации отходов, т. е. выпрядки оческов, получаемых при обработке чистого льна, то дальнейшие шаги и были предприняты как раз в этом направлении.

Опыты 1810 г., как сообщается в отчете за этот год, производились как над чистым льном, так и над „охлопками", „которые посредством построенной для сего машины переделываются в весьма удобную пряжу". Это убедило администрацию мануфактуры „в совершенном успехе сей новой отрасли мануфактурного производства" и в необходимости учредить специальное льнопрядильное отделение, для чего, однако, сам Воспитательный дом не в состоянии был предоставить нужные капиталы.[2] В связи с этим правление мануфактуры возбуждает ходатайство об отпуске сумм на оборудование нового отделения и предоставление ему монопольного права выделывать в течение десяти лет всю аппаратуру, относящуюся к механическому прядению льна.

Посланный на аппробацию Марии Феодоровны проект учреждения льнопрядильни предоставляет большой интерес как в отношении уяснения целей, преследуемых новым предприятием, так и с точки зрения предполо-

[1] Записка М. Ф. от 21 I 1810 г. Сборник исторических материалов... т. V, стр. 491.

[2] Записка от 2 I 1811 г. Материалы, т. VI, стр. 237.

женной технической структуры заведения. Из проекта видно, что механическая пряжа должна была производиться для выработки „фламских полотен, равендуков и разных родов холста на обмундирование войск и для других употреблений комиссариату нужных". Таким образом, на первом плане фигурируют казенные и военные поставки. Очень любопытно обоснование в проекте необходимости устройства механической льнопрядильни при мануфактуре, а не как частного предприятия. „По причине сложности такового заведения, — пишет составитель проекта,—едва ли найдется частный человек, который решится достаточный капитал на оное употребить, и мало сыщется таковых с совершенным искусством в механической части и с нужным для предприятия сего рода. Неудачи же и препятствия, во всяком новом заведении встречающиеся, легко могут огорчить фабриканта и, понудя его оставить дело им начатое, удержать тем других от подобного впредь покушения, чем самым только по многим причинам желаемое введение в России механического прядения льна может и надолго отдалиться". [1] В этих словах, в сущности, ключ к пониманию неудач первых опытов механического льнопрядения во Франции и будущих успехов первой русской льнопрядильни. Огромные технические трудности самой проблемы и связанные с опытами машинного производства льна расходы неизбежно делали предприятие на первых порах убыточным и потому создавали серьезнейшие преграды частной инициативе. Наоборот, казенное предприятие, постепенно превращавшееся в универсальную текстильную фабрику с разными отделениями, обслуживаемое дешевым трудом приписных крестьян, питомцев Воспитательного дома и инвалидов, могло покрывать значительные убытки льнопрядильного отделения за счет доходов других отделений и в особенности весьма прибыльного производства игральных карт, что создавало благоприятную почву не только для постоянных технических улучшений и усовершенствований, но и для превращения предприятия в образцовую мануфактуру, которая явилась бы рассадником машинной техники в России и примером для предпринимателей. Таким образом, избавя частных людей от „многостоящих опытов", Александровская мануфактура дает им „средство увеличить обработку сего произведения льна, в толиком изобилии в разных местах империи произрастающего". Что расходы и размах производства были действительно такими, о которых не приходилось даже и помышлять частным мануфактуристам, видно из того, что по расчету составителя проекта, управляющего А. М. Вильсона, на учреждение нового отделения „в обширном виде" необходим был капитал в 1 850 000. Проектная мощность предприятия равнялась 25 000 пудов пряжи (она была впоследствии „перевыполнена"), для выработки которой требовалось 879 человек —

---

[1] Фонд Ал. м-ры, д. № 252, 1811 г., „Об учреждения на м-ре особливого отделения для механического прядения льна".

цифра, как мы увидим дальше, оказавшаяся значительно преувеличенной. Из этого числа 224 человека падало на взрослых работников, употребляемых для чески льна и прядения охлопков, как наиболее тяжелых операций, и 655 — на детей (355 мальчиков и 300 девочек, главным образом для перемотки пряжи). Контингент взрослых должен был составляться из рекрутов, которых затребовано было к 1813 г. 100 человек,[1] и инвалидов с женами; малолетних — из воспитанников, детей мастеровых, работающих на мануфактуре, и „постоянно к оной приключенных" и детей женатых воспитанников, „кои уповательно при родителях своих до совершенного возраста останутся и, между тем (!), работой займутся". Кроме того „для вящего предохранения заведения столь обширного от недостатка в работниках" Вильсон испрашивал разрешения поселить при мануфактуре в принудительном порядке детей инвалидов, которые отправляются обычно в военно-сиротские дома. Это мероприятие, по его мнению, является „весьма полезным", так как обеспечивает, кроме всего, еще и „воспроизводство" рабочей силы. Последнее рисуется Вильсоном в виде идиллической картины: обрадованные постоянным присутствием детей, инвалиды поспешат вступить в супружество, „а те, у коих жены в деревнях, к себе их потребуют", вследствие чего „со временем семейства умножатся", и мануфактура всегда будет иметь малолетних работников „несравненно полезнейших", нежели взрослые, „кои не с такою удобностью к здешним производствам привыкают" (иначе говоря, труднее поддаются эксплоатации). Эта развернутая программа обеспечения мануфактуры дешевой рабочей силой была, как мы увидим дальше, в значительной своей части претворена в жизнь и явилась одной из причин жизнеспособности нового учреждения. Организационно-техническая структура льнопрядильного отделения намечалась по проекту в следующем виде:

Главное здание должно иметь 5 этажей и чердак, в котором расположена чесальня. В середине крыши — купол с ящиком (в 1 кв. саж.) для хранения воды (на случай пожаров) и хранилищем для льна и „охлопков", идущих на ческу. Трепаный лен доставляется сюда из магазина при помощи подъемной машины; вычесанные „охлопки" спускаются в 5-й этаж, где на 104 кард-машинах превращаются в ленту; последние переходят на стоящие здесь же драунг-фремы, вытягивающие ленту и придающие ей слабо-скрученную форму; такая отлогая очесочная пряжа спускается в 1-й этаж, где на 40 прядильных машинах в 45 веретен каждая, выпрядается из нее нить, идущая затем во 2-й этаж для размотки на 24 мотовилах и отправки или в магазин или в белильную. Что касается чистого льна, то он из чесальни спускается в 3-й этаж, подвергается здесь аналогичным операциям на драунг-фремах и 80 прядильных машинах (в 30 веретен каждая),

[1] Записка от 11 IV 1811 г. Сборник исторических материалов, т. VI, стр. 253—256.

после чего отправляется во 2-й этаж, где разматывается на 40 мотовилах; готовые нити переходят: основа—на сновальные машины, а уток наматывается на шпули при помощи особых катушечных станков. Наконец в 1-м этаже находится ткацкая с 12 станками. Для окончательной отделки полотна и холсты отправляются в белильную, помещающуюся в боковом флигеле; в другом флигеле находится механическая мастерская, изготовляющая необходимые части оборудования как для самой льнопрядильни, так и по заказам частных предпринимателей. Двигательной установкой фабрики служит паровая машина в 30 л. с., приводящая в действие все приготовительные и прядильные машины и накачивающая воду в бак под куполом. Кроме того, в механической мастерской помещается 2-я паровая машина меньшей мощностью (15 л. с.). В целях безопасности здание отопляется печами нижнего этажа. Любопытно, что Вильсон указывает также на желательность, с этой точки зрения, устроить повсюду чугунные балки, а машины делать из металлических частей, но в виду дополнительных средств (150 000 р.), которые пришлось бы на это отпустить, не решается „столь значущий расход в исчисление внести". В заключение говорится, что хотя в первые годы значительной прибыли от предприятия трудно ожидать, но впоследствии, как это доказывают произведенные опыты и примеры иностранных фабрик, приобретены будут „выгоды гораздо важнее ныне предусматриваемых". Исходя из указанного выше количества людей и годовой выработки, Вильсон считает, что на каждого рабочего в день придется от 3 до $4^1/_2$ ф. пряжи, что, по его мнению, „составляет по крайней мере вдвое больше, нежели лучшими прядильщицами произвести можно"; в дальнейшем же, с усовершенствованием производства, выработка должна увеличиться еще больше. [1] Так как расчет Вильсона несколько преувеличивает производительность самопрялочного прядения, делая исчисление для всего штата рабочих, потребность в которых оказалась в период полного пуска в ход льнопрядильни меньшей, чем запроектированная, то для определения производительности труда при работе на первых льнопрядильных машинах, примененных в опытах 1809 и 1810 гг., необходимо: 1) увеличить пропорцию между количеством ручной и машинной пряжи, выпускаемой в 1 человеко-день до 1:3, и 2) сделать исчисление на средний штат рабочих, обслуживавших льнопрядильню, т. е. на 550—570 человек вместо 879.

Тогда производительность труда прядильщиков на машинах окажется в 5—6 раз большей, нежели рабочих-„самопрядчиков". Для воссоздания более полной технической картины нового предприятия необходимо еще отметить весьма высокий органический состав его. В прежних сметах стоимость постройки здания оценивается в 400 000 руб., ма-

[1] Фонд Ал. м-ры, д. № 252, лл. 1—6.

шинное оборудование — в 460 000 руб., расходы на оплату рабочей силы — в 96 000 руб., что дает органический состав равный 9:1. Рабочий персонал льнопрядильни состоял из 1 смотрителя, 1 мастера из воспитанников, 13 подмастерьев (по-двое при ческе льна, драунг-фремах, кардах и в магазине, четыре — при прядильных машинах и один — при мотовилах) 2 надсмотрщиков, 550 рабочих из воспитанников и 120 мастеровых (крепостных), 4 рабочих у паровой машины (2 инвалида и 2 мастеровых), 2 вахтеров в главном магазине, 12 сторожей и 6 караульщиков (всего 711 человек). Преобладающей группой, таким образом, были воспитанники и мастеровые (676 человек), на содержание которых падало больше $^2/_3$ общего фонда зарплаты (65 950 руб. из 96 062 руб.). Представители первой из этих категорий получали 65 руб., второй —85 руб. Интересно, что труд ткачей по данным ткацкого отделения оплачивался выше, чем прядильщиков (200 руб.). Техническое оборудование прядильного отделения слагалось из: 1) ассортимента машин для пряжи „из волокна“: 232 гребней (по 30 руб. каждый), 12 драунг-фремов (ленточных машин) „о 5 мест каждый“ (по 600 руб.), 80 прядильных машин (по 1000 руб.) и 40 мотовил (по 80 руб.) и 2) комплекта аппаратов для обработки „охлопков“: 100 кард (по 650 руб), 8 драунг-фремов (по 850 руб.), 30 навивальных блоков (по 30 руб.), 40 прядильных машин наподобие мюль (по 850 руб.), 24 мотовил и 6 прессов общих для обоих подотделов. В этом перечне особенно примечательным является упоминание о машинах „наподобие мюль“. Изобретенные Жираром и получившие повсеместное распространение с 20—30 гг. льнопрядильные машины относятся, по принципу непрерывного действия, к числу ватер-машин. Однако, для прядения оческов на Александровской мануфактуре сделана была, как свидетельствуют наши материалы, попытка приспособить мюль-машины. Эта попытка кончилась, очевидно, неудачей, так как в дальнейшем мюли уже нигде в производственных отчетах не фигурируют, но она интересна для сравнения с тем фактом, что современное угарное прядение (обработка оческов) производится как раз на мюль-машинах. К сожалению, у нас нет ни чертежей, ни каких-либо пояснений о конструкции и типе примененных на Александровской мануфактуре машин, вследствие чего невозможно составить о них даже приблизительного суждения.

Очень важны приводимые в сметах данные о количестве отходов при машинном прядении и соотношении между весовыми единицами льна-сырца и получаемой из него пряжи. Из 25 000 пудов льна после чески получается 24 000, так как 1000 пудов удалены в виде кострики, пыли, сора и т. д. (4% общего количества); оставшийся лен делится на волокна 1-го сорта (10 500 п.), волокна 2-го сорта (2500 п.) и охлопки (11 000 п.). Работа на предварительных прядильных машинах (драунг-фремы и карды — последние для охлопков) отнимает у чесаного льна еще в первом случае 250 п., во втором — 125 п., в третьем (ох-

лопки) — 3500 пудов. Наконец, ровница (толстая пряжа), обработанная на прядильных машинах, дает в итоге 9500 п. пряжи 1-го сорта, 2125 п.— 2-го сорта и 6840 п. очесочной пряжи или всего 18465. [1] Таким образом, по расчетам правления мануфактуры, количество пряжи должно равняться 89,4% чесаного льна для волокон и 68% для оческов, а общий процент потерь при прядении равен 23%.

В дальнейшем мы увидим, насколько все эти вычисления соответствовали практически достигнутым результатам.

Проект Вильсона был полностью утвержден Марией Федоровной и в сжатом виде изложен ею Александру I в „записке" от 21 IX 1811 г. [2] 19 сентября последовал циркуляр об основании льнопрядильного отделения. [3] Одновременно с этим Александровской мануфактуре было предоставлено „исключительное право на 10 лет, считая с 1-го января 1812 г., делать всякие относящиеся к механическому прядению льна машины". Дача привилегии рассматривалась как вознаграждение за необходимость для льнопрядильного отделения в течение ряда лет весь свой доход обращать на уплату по долгам Воспитательного дома, от которого „заимствовался" весь капитал при учреждении нового предприятия. В интересах мануфактуры министерство внутренних дел разослало уведомительный циркуляр о новой привилегии 56 губернаторам с предписанием охранять ненарушимость монополии по своему ведомству. [4]

Вряд ли можно сомневаться, что полученная казенной фабрикой в Александровске монополия сыграла отрицательную роль в деле распространения механического прядения льна в России. Правда, текст документа говорил лишь о „делании" машин, но, повидимому, подразумевалось, что запрещение в одинаковой степени распространяется и на выписку машин. Во всяком случае, когда через 3 года один французский инженер вступил в переговоры с русским правительством о введении в России изобретенных им машин для сукон, бумажных и льняных материй, департамент мануфактур и внутренней торговли, представляя отношение министру внутренних дел, привел в конце бумаги справку о выданной Александровской мануфактуре привилегии, рассматривая последнюю, очевидно, как препятствие к принятию предложения (в части, касающейся льнопрядильных машин).

Частная инициатива льняных фабрикантов, таким образом, парализовалась самим правительственным указом. А что отдельные попытки, направленные к техническому переоборудованию льнопрядильного про-

---

[1] Дело № 252, л. 11. Смета о выпрядке.

[2] Там же, л. 19—24.

[3] Там же, л. 13—17.

[4] ЛОЦИА, фонд Д-та мануфактур и внутр. торговли, I отд., 1-й стол, дело № 101, 1811 г. „О даровании Александровской мануфактуре привилегии на 10 лет выделывать машины для прядения льна".

изводства, могли иметь место, в особенности, в 1811—1814 гг., когда „континентальная блокада" и события последней наполеоновской войны окончательно подорвали вывоз русского льна, а покровительственный тариф 10 декабря 1810 г. создал благоприятную ситуацию для промышленного предпринимательства внутри страны, — это более чем вероятно. Конкуренция же поднимавшейся хлопчатобумажной промышленности, по крайней мере до 20-х годов XIX в., не могла иметь скольконибудь серьезного значения для льняной (в России). То обстоятельство, что Александровская мануфактура должна была снабжать заинтересованных предпринимателей машинами, не смягчало отрицательных сторон монополии, так как льнопрядильное отделение было окончено постройкой и пущено в ход только в 1821 г., т. е. к последнему году действия привилегии, а до этого времени фабрика, разумеется, не могла и думать о производстве и продаже машин частным лицам. Однако не следует и преувеличивать „пагубного" значения монополии: экономические предпосылки для повсеместного развития машинного прядения льна, затрагивающего техническую базу этой отрасли текстиля, отсутствовали, и инициатива могла исходить лишь от отдельных крупных мануфактур. Кроме того, при огромных средствах, необходимых для организации льнопрядильни (по сравнению с бумагопрядильней), и неудовлетворительности большинства приспособленных к прядению льна бумажных машин, попытки подобного рода, принесшие так мало практических результатов (несмотря на разрешение самой проблемы в 1811 г.) во Франции, имели, понятно, еще меньше шансов на успех в России.

Сама история постройки льнопрядильни в Александровске показывает, насколько трудным было подобное дело даже при тех исключительно благоприятных материальных и правовых условиях, в которых находилось это государственное учреждение. Достаточно сказать, что первоначальное предположение окончить постройку в 1813—1814 гг. не оправдалось, и период работ затянулся на 7—8 лет против намеченного в проекте срока.

В 1811 г. строительство свелось только к вырытию места и закладке фундамента для новых корпусов,[1] в следующем году был построен весь первый этаж и частично второй.[2] Одновременно приступлено было к рационализации самого прядильного производства. Так как из вычесанного ручным способом льна выходило льняной пряжи от 11 до 14 ф. на пуд, то важнейшей задачей оказалась переработка оческов, без чего невозможно было безубыточно продавать пряжу.[3] Попытки улучшить работу устроенных на Александровской мануфактуре по шотландской системе машин для оческов не привели к нужному результату, и пряжа

---

[1] Записка М. Ф. от 30 I 1812 г. „Сборник истор. материалов", т. VI, стр. 263.
[2] Записка М. Ф. от 31 III 1813 г., там же, стр. 281—282.
[3] Дело № 252 1811 г., л. 89, записка Вильсона от 4 VI 1826 г.

на них выходила попрежнему слишком толстой. В виду этого директор мануфактуры Вильсон отправил в 1812 г. в Англию человека для найма прядильного мастера, сведущего в интересующем мануфактуру вопросе.[1] Последний (вместе с другими мастерами для чесания и тканья) прибыл в Петербург в конце октября 1812 г.[2] Однако, вскоре выяснилось, что англичане „несовершенно в деле ими предпринятом успевали“.[3] Вместе с тем обнаружилось, что запроектированный размер строения льнопрядильни недостаточен для размещения оборудования, необходимого при выпрядке 25 000 пудов льна ежегодно, вследствие чего нужно было увеличить площадь здания на 12 сажен в длину (52 вместо 40 сажен) и на 1/2 саж. — в ширину.[4] Точно так же оказался преуменьшенным первоначальный расчет силы парового двигателя для льнопрядильни (30 л. с.). Сообразуясь с общим числом веретен, пришлось в 1812 г. и в начале 1813 г. заказать в Англии машину в 70 л. с.[5] Установленный в том же году на мануфактуре, этот двигатель явился едва-ли не самым крупным по мощности из всех, применявшихся в то время в русской промышленности.

Одновременно начались опыты тканья миткалей и льняного полотна на устроенном механическом ткацком станке, по позднейшему свидетельству Вильсона, „высоко неудачно“ (в отношении полотна). Причина заключалась, повидимому, в плохой работе берда или батана, так как уток плохо прибивался и „ткань оставалась по отбелке редкою“. Кроме того, не введен был еще процесс шлихтования утков машинным способом. Все это приводило к тому, что „работа на сем станке миткаля была невыгодней простого ручного тканья“.

Мнение Вильсона представляет большую ценность, так как подтверждает тот факт, что первоначальные картрайтовские конструкции, даже с изменениями, внесенными в них Горроком (1808 г.), представляли собой еще далеко не совершенные машины, применение которых к тканью полотен давало незначительные преимущества фабричной выделке перед ручной. Характерно, что даже постройка в 1815 г. чугунных ткацкого и шлихтовального станков не многим улучшило качество изделий. Во время опытов 1816—1817 гг. льняные ткани выходили „хотя и лучше прежних, но несовершенно хороши“. Что касается миткалей, то и они „не довольно успешно вырабатывались“. Вследствие этого механическое ткачество было оставлено на мануфактуре „без дальнейшего внимания до 1822 г.“[6]

---

[1] Дело № 252, 1811 г., л. 89, записка Вильсона от 4/VI 1826 г.
[2] Записка М. Ф. от 31 III 1813 г., „Сборник...“, т. VI, стр. 276.
[3] Дело № 252, записка Вильсона, л. 90.
[4] Дело № 252, записка правления мануфактуры, л. 102.
[5] Записка Вильсона, л. 90.
[6] Записка Вильсона, л. 92.

Не ограничиваясь всеми этими мероприятиями, Вильсон решил в феврале 1814 г. лично выехать в Англию в целях детального ознакомления с постановкой льнопрядильного дела на образцовых английских мануфактурах. Где именно был Вильсон и какие предприятия осматривал он—нам, к сожалению, неизвестно, но поездка его несомненно сыграла важную роль, с одной стороны, как переломный момент в техническом переоборудовании Александровской льнопрядильни, с другой — как начало установления систематических связей мануфактуры с предприятиями передовой английской текстильной промышленности.

В русской исторической литературе до настоящего времени широко распространен и является едва ли не единственно общепризнанным ошибочный взгляд на архипротекционистский характер английского промышленного законодательства, якобы запрещавшего вывоз текстильных машин в континентальные страны. При этом оперируют обычно фактами из истории англо-французских отношений и обобщают их значимость до некоего универсального закона, отрицательному действию которого мы обязаны отчасти отсталостью русской промышленности первой половины XIX в. (закон был отменен парламентом только в 1842 г.). В действительности же, реальная политика английского капитализма и в XIX в., так же, как и за столетие до этого, в гораздо большей степени опиралась на непосредственные экономические интересы ведущих групп промышленности, нежели на формальные статуты промышленных биллей. Если борьба с Францией делала для Англии необходимой техническую блокаду французской индустрии, ибо от этого зависело обеспечение промышленной суприматии Великобритании, в первую очередь в самой Европе, то отношения к России должны были базироваться на совершенно иных условиях: импорт русского хлеба, леса, льна и др. сельскохозяйственных продуктов, ставший прочно установившимся фактом английской внешней торговли, и невозможность для русской промышленности, отброшенной (в технико-экономическом отношении) после индустриальной революции второй половины XVIII в. на 50 лет назад, явиться сколько-нибудь серьезным конкурентом Англии, — все эти моменты создавали благоприятную почву для господства английских технических фирм в России. Только этим можно, например, объяснить тот факт, что изобретенное во Франции механическое льнопрядение начинает развиваться там лишь с конца 30-х годов, не только значительно позже, чем в Англии, где оно широко распространяется уже в начале 20-х годов, но и позднее чем в России, получавшей все машинное оборудование для Александровской мануфактуры непосредственно из Англии.

Строжайший контроль и суровое наказание за всякую попытку вывезти льнопрядильные машины во Францию и политика „открытых дверей" по отношению к России — такова была целеустремленность

экономических взаимоотношений Англии с европейскими странами. И если в первой четверти XVIII в. в создании централизованных мануфактур в России, в закладке фундамента крепостной уральской горной промышленности значительную роль сыграли немецкие инженеры, то в XIX в. „культуртрегерская“ миссия иностранного капитала в деле осуществления технической помощи русским предприятиям переходит к представителям английской технической мысли. Управляющий Александровской мануфактурой Александр Вильсон, бывший одновременно директором Ижорских заводов, после смерти Гаскоина, являлся едва ли не самым крупным из английских специалистов, перешедших на службу к русскому правительству.

Возвратившись в 1816 г. [1] обратно в Россию, Вильсон принялся за переоборудование льнопрядильни, заказал на Ижорских заводах новые прядильные машины по чертежам, вывезенным из Англии, устроил по иному приготовительные аппараты, причем часть их заменил вновь еделанными. [2] Пришлось ввести значительные изменения и в планировку самого здания, которое еще в 1812 г. было выстроено в 5 этажей [3]. Вместо деревянных балок, „для безопасности от огня“ началась повсюду закладка чугунных. [4] Несмотря на „всевозможное поспешение“, с которым, по словам Вильсона, производились работы, новая фабрика была открыта только в 1821 г., примерно на 8 лет позже, чем предполагалось в проекте. В 1815 г. успели только заложить фундаменты „под чугунные колонны“, выстроить и покрыть железом здание для механической мастерской и соорудить из дикого камня специальный фундамент, на который была поставлена новая паровая машина. Последний момент чрезвычайно интересен, как косвенное указание на огромные размеры и вес выписанного из Англии 70-сильного двигателя, для помещения которого сделана была особая пристройка. [5]

Отливка, отделка и предварительная сборка чугунных колонн и балок производились на Ижорских заводах, откуда в 1816 г. весь „чугунный прибор“, рассчитанный на 3 этажа, перевезен был в Александровск. Необходимое же оборудование для передаточного механизма, как-то: чугунные валы и колеса, подвесы для валов и „часть привода“ заказаны были в Англии. Одновременно продолжались работы по установке и отделке паровой машины. В 1817 г. чугунные колонны

[1] Мы основываемся, при установлении даты возвращения Вильсона, на донесении М. Ф. от 20 XII 1815 г. о том, что мануфактура ожидает получения сведений „через отпущенного в Англию управляющего Александровской мануфактурой кол. сов. Вильсона“. Вильсон в своей записке, написанной в 1826 г., либо ошибается, говоря о приезде в феврале 1815 г., либо забывает упомянуть о вторичной поездке, быть может, имевшей место.

[2] Записка Вильсона, л. 90; записка Правления, л. 103.

[3] Записка М. Ф. от 31 III 1813 г. „Сборник материалов“, т. VI, стр. 281—282.

[4] Записка Правления, л. 103

[5] Записка М. Ф. от 30 XII 1815 г. „Сборник материалов“, т. VI, стр. 312.

и балки были уже установлены во всех этажах и скреплены железными болтами, а между этими балками и стропилами, укрепленными на чердаке, сложены кирпичные своды. Наконец, что особенно важно отметить, паровая машина была соединена с сетью прядильных станков при помощи „стоячего“ (т. е. вертикального) вала и отходящих от него боковых валов. Относительно деталей передачи, к сожалению, никаких сведений нет. Этими работами в 1817 г. строительство было, повидимому, в основном закончено, вследствие чего в 1818 г. началась установка новых и переделка 10 старых прядильных машин. В противоположность прежним, вновь сделанные станки состояли целиком из металлических частей.[1]

Какие технические изменения счел нужным сделать Вильсон в льнопрядильных машинах — сказать очень трудно, но что это были видоизмененные конструкции бумажных машин вытекает из того факта, что изобретенная Жираром в 1810 г. система механического льнопрядения была занесена в Англию только в 1814 г. двумя его мастерами, работавшими в льнопрядильне французского инженера и взявшими английскую привилегию на новую машину на имя некоего Галля. Вильсон, вернувшийся в Россию не позже 1816 г., вряд ли мог познакомиться и вывезти в Россию секрет жирардовского льнопрядения, практическое использование которого на английской почве еще не было начато. К тому же до 1826 г. в Англии был известен только один из двух основных принципов, на которых построены машины Жирара, именно пропускание ленты через систему игольчатых гребней, насаженных на поверхность вращающегося барабана и двигающихся по бесконечной ленте. Способ же мокрого прядения, составляющий raison d'être механического льнопрядения, на лидских и других льнопрядильнях не применялся. Самые ранние литературные источники, относящиеся к введению первых льнопрядильных машин в России, также сходятся на том, что жирардовские машины (в их английской редакции) попали на Александровскую мануфактуру не раньше 1826 г.

Техническими новинками, вывезенными Вильсоном в 1815 г., явились, насколько можно судить по скудным сведениям, сохранившимся в архивных делах: 1) машина „для прочески и отделения длинных волокон из льняных оческов“, носившая оригинальное название „бен (?)-машины“ и представлявшая по своему типу, повидимому, разновидность гребнечесального аппарата, и 2) машина для дублирования и второй вытяжки ленты. Изменения выражались, следовательно, в большей дифференциации отдельных звеньев производственного процесса и большей тщательности приготовительных операций (дублирование сообщает пряже необходимую ровность, отделение же оческов от длинных волокон де-

---

[1] Записки М. Ф. от 16 III 1815 г. и от 3 VIII 1816 г. „Сборник материалов“, т. VI, стр 321 и 342.

лает ленту однородной), что не замедлило сказаться с первых же шагов производства на фабрике пряжи. Если в 1818 г. на один фунт пряжи приходилось от 13 до 18 пятинок, то в 1819 г. после введения указанных улучшений, пряжа стала выходить более тонких номеров (от 14 до 30 пятинок в фунте [1]). Так как главным недостатком английских льнопрядилен конца XVIII и начала XIX вв. был тот, что все они могли производить только пряжу очень низких номеров, — успех, достигнутый на Александровской мануфактуре после переоборудования машин, является косвенным свидетельством известного прогресса английской льнопрядильной техники к 1815 году. Тем не менее, в течение еще целого десятилетия нельзя было машинным путем (в Англии) выпрядать высокие номера пряжи. По мнению Жирара, до 1826 г. самые тонкие номера английской машинной пряжи не превышали 22 000 метров в килограмме, т. е. были не выше 35-го номера. [2]

2. Первый период работы (1821—1826)

В 1820 г. новое здание льнопрядильни окончательно было отделано (штукатурка стен и окраска фасада главного здания) [3] и в следующем году вступило в эксплоатацию. Количество пряжи, выработанной на 42 находившихся в действии прядильных машинах в 1821 г., оказалось равным 2860 пудам 20 фунтам. Это была первая крупная партия машинной льняной пряжи, полученной на русской фабрике. Так как льноткацкое отделение до 1822 г. не функционировало, и основная задача Александровской мануфактуры сводилась к сбыту пряжи на стороне, естественно было распродать товар на частные полотняные мануфактуры. Но здесь неожиданно выяснилось, что цены на ручную пряжу стояли на внутреннем рынке так низко, что мануфактура сочла невыгодным для себя произвести продажу и отправила всю пряжу через особого комиссионера в Англию, где и волокнистый лен и очески „продаются дороже, чем внутри государства“ [4] (разрядка наша. *Е. Ц.*). Иначе говоря, ручной труд в России был слишком дешев, а машинное льнопрядение еще недостаточно рационально поставлено, чтобы составить конкуренцию „исконному“ русскому производству, с его отсталым техническим базисом. Мало того: Александровская

---

[1] Повидимому, под „пятиной“ подразумевалась обычная мера длины пряжи — пасьма, а не 5 пасем, как объясняет этот термин словарь Даля, так как хорошо известно, что на Александровской мануфактуре принята была английская система измерения, где номер пряжи равен количеству пасем в фунте (1 пасьма = 100 трехярдовым нитям = 300 ярдам).

[2] Bulletin de la société d'encouragement, 1834, p. 64, Notice sur la filature du lin.. par M. Girard.

[3] Записка М. Ф. от 4 VII 1820 г. „Сборник материалов“, т. VI, стр. 455.

[4] Записка М. Ф. от 18 VI 1822 г., Фонд Ал. м-ры, д. № 43 „О годовых отчетах по Ал. м-ре за 1821, 1822, 1823, 1824, 1825 гг.“, л. 10. Записка Вильсона, л. 90.

мануфактура с самого начала ориентируется в сторону Англии как в отношении технических связей, так и рассматривая английских мануфактуристов в качестве покупателей своего полуфабриката. Начало широкого развития механического льнопрядения в Англии в 20-х годах, хотя и отразилось отрицательно на денежных делах Александровской льнопрядильни, прибыль которой в течение ряда лет не могла покрыть всей суммы долгов, но в то же время заставило ее постоянно технически совершенствовать производство, дабы успешно бороться с падением цен на льняную пряжу в Англии. В 1822 г. выпрядается уже 6929 пудов, а в 1823 г. — на 50 машинах — 14130 пудов. Несмотря на значительный прогресс в количественном отношении, качество „некоторых разборов" пряжи было невысоко. Это обстоятельство, в связи с полученными известиями „о последовавших в чесальных и прядильных машинах в Англии выгодных переменах", а также необходимостью иметь хороших мастеров явилось, повидимому, причиной новой командировки Вильсона в Англию.

Вильсон выехал в сентябре 1824 г. и вернулся ровно через год — в сентябре 1825 г. Данные, которыми мы располагаем, позволяют думать, что во время своей второй поездки в Англию управляющий Александровской мануфактурой ознакомился с жирардовскими льнопрядильными машинами и вывез чертежи или модели их. Прежде всего сам Вильсон указывает, что после возвращения его в 1825 г. „начались разные перемены по чесальным и приготовительным частям", имеющие целью довести пряжу „до равной степени совершенства с английскими изделиями" того же рода. Для этого, помимо переоборудования машин, потребовалось выписать из Англии (осенью 1825 г.) чесальных и прядильных мастеров. В результате, по словам Вильсона, пряжа в 1825 г. (записка написана в апреле 1826 г.) „готовится к отпуску в том же виде, в котором поступает в продажу в Англию". При этом жирардовский принцип игольчатых гребней, применяемый только в предпрядильных аппаратах, заставил льнопрядильню переоборудовать и обратить главное внимание именно на эти машины, составляющие основу новой системы механического льнопрядения: о постройке новых тонкопрядильных машин ничего в записке не говорится, за исключением того, что находящиеся на мануфактуре машины сделаны „частью по английскому, частью по шотландскому образцам" и что они „новыми мастерами совершенно одобряются" (а одобряться могли, конечно, вещи уже существующие). Кроме того, Вильсон, говоря о „неокончании некоторых машин", считает нужным добавить о мерах, принятых „к приготовлению всего нужного по приготовительным частям в сем [1826] году" [1]. Последнее вполне согласуется и с донесением М. Ф. об ожидаемом „поступлении" в дей-

[1] Записка Вильсона, л. 91.

ствие во второй половине 1826 г. „новых приготовительных машин“.[1] Наконец, самым ценным свидетельством является „Записка с отчетом за 1826 г., где прямо указывается, что „в течение 1826 г. вновь поступило чесальных машин 20, драунг-фремов с иглами 4, ровинг-фремов с иглами 2, колотильных (трепальных) машин 1“.[2] Под „новым поступлением“ нужно, разумеется, понимать окончание машин производством; за это, помимо указанных ранее соображений, говорит то, что термин „поступило“ употреблен в записке за предыдущий год именно в таком смысле, точно по значению совпадающим с приведенной выше фразой, а также то обстоятельство, что никаких новых поездок в Англию или заказов там (после 1825 г.) ни в одном из наших документов не зарегистрировано. Таким образом, в конце 1826 г. или в начале 1827 г. впервые в России начато было практическое применение жирардовских машин. Следует указать, что первое литературное упоминание о новых льнопрядильных аппаратах на Александровской мануфактуре, в статье „О жирардовских льнопрядильных машинах“ („Журнал мануфактур и торговли“, январь 1832 г.) неверно относит введение их там к 1822 г.[3]

Переход к новой системе льнопрядения знаменует собой начало второго периода в технической эволюции Александровской льнопрядильни. Реконструкция технического процесса оказалась возможной только тогда, когда достигнуты были эффективные результаты как в отношении организации производства, так и в смысле рационального использования машинного оборудования „английской системы“. Но именно потому, что старая техническая база ограничивала довольно узкими рамками возможность дальнейшего материального прогресса, необходимость „реформ“ очень скоро стала очевидной для лиц, ведавших делами предприятия. Каковы же были с технико-экономической точки зрения итоги деятельности льнопрядильни в первый период ее существования (1821—1826)? Нужно отметить прежде всего постепенный рост общей годовой продукции предприятия. Это хорошо видно из следующих цифр:

Годы	Выработка	Прирост по сравн. с пред. годом	
1821	2 860 пуд.	—	
1822	6 929 „	4069 пуд.	(142%)
1823	14 130 „	7201 „	(104%)
1824	22 005 „	7875 „	(55.7%)
1825	25 683 „	3678 „	(17%)
1826	29 675 „	3992 „	(15.5%)

---

[1] Записка М. Ф. от 24 IV 1826 г. Фонд Ал. м-ры, д. № 46, л. 58.

[2] Записка М. Ф. от 17 II 1827 г. Фонд Ал. м-ры, д. № 46.

[3] „Лет десять тому назад сделаны на сей мануфактуре нового устройства льнопрядильные машины, по примеру лидских, приготовительные с цепными игольчатыми приборами“, читаем мы здесь (стр. 26).

Абсолютному росту производства соответствовало также повышение производительности труда, повышение производительной силы машин, уменьшение потерь при прядении и снижение себестоимости пуда пряжи.

Помещаемые ниже таблицы иллюстрируют отмеченные факты:

Таблица 1

Потери прядения

Годы	Пуды льна	Пуды пряжи	Из 1 пуда льна вышло пряжи (в фунтах)	% потерь
1821	9 079	2 860	12.57	68.6
1822	17 445	6 929	15.31	61.72
1823	18 885	14 130	29.84	25.4
1824	27 245	22 005	31.99	20.25
1825	30 813	25 683	33.34	16.44

Таблица 2

Производительность труда

Годы	Количество занятых рабочих	Количество веретен	Число раб. дней (в год)	Средний № пряжи	Производит. 1 рабочего в день (в пасьмах пряжи)	Производит. 1 веретена в день (в пасьмах пряжи)
1821	104	896	245	15.34	53.4	6.15
1822	136	1 024	257	14.17	68.30	9.12
1825	223	1 248	261	12.08	79.78	14.23

Таблица 3

Себестоимость производства

Годы	Фабричная стоимость пуда пряжи	Стоимость сырья (пуда льна)	Расходы на зарплату и проч.	Понижение расходов прядения	Цена проданной в Англии пряжи
1823	34 р. 77.5 к.	16 р. —	18 р. 77.5 к.	—	25 р. 21 к.
1824	25 „ 14 к.	13 „ 42 к.	11 „ 72 к.	37.4%	20 „ 74 „
1825	23 „ 40 „	11 „ 80 „	11 „ 60 „	1% (по сравн. с 1823 г. — на 38%)	18 „ 94 „

Как показывает табл. 2, в 1821 г. на одного рабочего, обслуживавшего в среднем 8 веретен, приходилось (в день) 15 000 м пряжи, весившей 3½ ф.; одно веретено выпрядало 1900 м пряжи. В 1824 г. соответствующие цифры возрастают: для рабочих — до 27000 м, для веретен — до 4000 м. Сравнивая эти нормы выработки с нормами

ручной работы на веретене во второй пол. XVIII в. (1800—1900 м в день), легко видеть, что машинное прядение льна с самого начала повысило производительность труда в прядильном деле в 7—14 раз.[1] Несмотря на это, до применения жирардовских машин и норма выработки и, в особенности, качественные показатели работы нашего предприятия были несомненно ниже, чем в английских льнопрядильнях. Об этом свидетельствуют и слова Вильсона о „низкой доброте некоторых разборов“ пряжи, как одной из причин задуманного им переустройства приготовительной части, и такие выражения в „записках“ М. Ф., как „недоведение еще машин до желаемого совершенства“ (26 XI 1825 г.), „неполное действие мануфактуры и невыделка предположенного количества“ (12 VIII 1825), „от прибывших из Англии мастеров еще вящее усовершенствование ожидается как по ческе льна, так и в изготовлении пряжи для отпуска видом и разбором сообразными с требованиями английских фабрик“ (24 IV 1826 г.). Одним из существенных недостатков дожирардовских льнопрядильных машин было то, что все они могли производить только низкие и средние номера пряжи, примерно до № 20. Нет ничего удивительного поэтому, что и на Александровской мануфактуре средний номер пряжи колебался от 12.08 до 15.34. Правда, в 1819 г. выпрядалась пряжа до № 30, но принимая во внимание незначительность общей продукции этого года (430 пудов), надо думать, что: 1) произведено было минимальное количество столь тонкой (относительно) пряжи, 2) в дальнейшем производство ее или совсем было оставлено, или продолжалось в тех же незначительных количествах, не отражавшихся на повышении среднего номера пряжи.

Еще в большей степени, чем низкое качество продукции, стимулировал техническую реорганизацию производства другой важный момент: несмотря на снижение из года в год себестоимости, уменьшение расходов оказалось недостаточным для безубыточной продажи пряжи в Англии, и сбыт продукции по ценам ниже фабричных привел к значительному финансовому дефициту льнопрядильного отделения, грозившему в дальнейшем полным банкротством. Дело в том, что быстрое развитие в Англии с начала 20-х гг. механических льнопрядилен, снабженных жирардовскими приготовительными машинами, вызвало в 1823 г. сильное понижение цен на льняную пряжу. К этому прибавились еще „неблагоприятные обстоятельства повсеместно на европейскую торговлю действующие“, т. е. мировой промышленный кризис, разразившийся в 1825 г. Как видно из табл. 3, в 1823 г. пуд пряжи продавался в Англии за 25 р. 91 к., т. е. на 9 руб. ниже фабричной стоимости его; в 1824 г. это „расхождение“ несколько уменьшилось,

[1] Некоторое падение среднего № пряжи в 1825 г. объяснялось, повидимому, неблагоприятной обстановкой, создавшейся в связи с переоборудованием приготовительных машин.

так как снижение себестоимости на 2 руб. „обогнало" новое понижение рыночной цены, а в 1825 г. очередное понижение цены до 18 р. 94 к., при себестоимости этого года в 23 р. 40 к., закрепило дефицит в 5 руб. с пуда. Чтобы понять, какое значение имело это падение цен на пряжу для финансового положения Александровской мануфактуры, надо иметь в виду, что не менее 80% ежегодной выработки льнопрядильного отделения экспортировалось в Лондон и что из общего количества вывезенной за 5 лет (1822—1826) пряжи около 40% осталось непроданным.

Неудивительно, что дефицит льнопрядильни к 1827 г. достиг внушительной цифры в 199 838 руб., и потребовались экстренные дотации правительства, чтобы спасти предприятие от полного финансового краха. Как можно было при таких условиях продолжать машинное производство пряжи? Правление мануфактуры предлагало придерживаться тактики выжидания благоприятной рыночной конъюнктуры и даже осуждало (теоретически, разумеется) „бросовый экспорт", так как „подобные-то действия бывают обыкновенно причиною расстройства в делах и чувствительных уронов, поносимых частных фабрик опытами, ибо, имея необходимо надобность для оборотов своих в наличных деньгах, они вынуждены бывают изделия фабрик своих продавать ниже собственной цены", но никакого реального значения все эти рассуждения не имели. Для успешной конкуренции с английской машинной пряжей оставалось только одно средство: освоение последних достижений английской льнопрядильной техники. Таким образом переход к жирардовской системе льнопрядильни на Александровской мануфактуре обусловлен был прежде всего техническим переворотом, совершавшимся в 20-х гг. в Англии в области промышленной обработки льна и означавшим завоевание машиной последнего участка прядильного производства.

3. Период технической реконструкции (1827—1839)

Уже в первые годы второго периода можно констатировать как дальнейшее повышение производительности труда, так и успехи в качественных показателях работы. Следующая таблица дает представление о недельной выработке различных сортов пряжи, степени специализации на фабрике и составе занятых рабочих.

Считая средний № пряжи за 10-й, можно вычислить производительность одного рабочего в день. Она окажется равной 24 000 м, т. е. на 9000 м больше, чем в 1825 г. Но тонкое прядение все еще не было достигнуто, и высшим номером оставался 20. Дело в том, что в Англии до 1825 г. не был еще известен другой принцип жирардовского льнопрядения — химическая обработка пряжи, вследствие чего и реконструкция Александровской льнопрядильни первоначально выразилась только во введении приготовительных машин с игольчатыми гребнями.

Таблица 4

Работа льнопрядильного отделения в 1828 г.
(недельная выработка)

Машины и их продукция	Число	№ пряжи	Пуды	Фунты
Драунг-фремы (92 и 82 шпинделя)				
Ровницы из льна			481	
„ „ оческов			520	
Всего			1001	
Ватер-машины	98			
Пряжи из льна		20	16	29
		16	110	13
		10	60	25
Ниток		20	—	27
Сученой		6	32	5
„		5	220	15
Оческов 1-го сорта		6	28	27
Оческов 2-го сорта		2	356	37
„ „ „		$2^1/_2$	33	23
„ „ „		3	98	26
„ „ „		4	6	10
Всего			964	37

На каждый шпиндель в день . . . . . . 2 п. 5 ф. 53 зол.
„ каждую машину „ „ . . . . . . 1 „ 20 „ 55 „
Годовая выработка пряжи . . . . 30 719 „ 96 „
Ср. дневная выработка . . . . 1011 ф. (570 чел., 1000 п. в 6 дней).

Невозможность повысить тонину пряжи и известия об „изобретении“ в Англии мокрого прядения заставили, повидимому, правление мануфактуры в конце 20-х гг. перейти на новую систему тонкопрядения в льняном отделении. К сожалению, установить интересующий нас факт прямым путем мы не можем. Все поиски в этом направлении, произведенные в фондах как самой мануфактуры (здесь с 1828 г. никаких производственного характера материалов, за исключением годовых ведомостей, не сохранилось), так и департамента мануфактур и торговли, окончились безрезультатно. Тем не менее, наше утверждение вряд ли может быть оспорено. Мы имеем, прежде всего, косвенное свидетельство, содержащееся в упомянутой статье „Журнала мануфактур и тор-

говли" (1832, № 1): „Тонкое же прядение (на Ал. м-ре. *Е. Ц.*), — говорится там, — производится на станках, года 3 или 4 тому назад изобретенных, с такими же цепными приготовительными снарядами, на особых станках установленными". Указание на 1828—1829 г. как на время установки новых аппаратов, повидимому, соответствует действительности, так как до 1828 г. включительно тонких номеров пряжи на Александровской льнопрядильне не выпрядалось, а в 1830 г. ватермашины выпускали уже пряжу 70 и 84 номеров.[1] Столь резкие качественные сдвиги могли последовать только вследствие коренных изменений в технике тонкопрядения, т. е. применения здесь принципа мокрого прядения. Достигнуть иным путем указанной тонины пряжи нельзя было. В этом легко убедиться, если принять во внимание:

1) что основой механического льнопрядения является химическое воздействие на структуру льняного волокна, с целью расщепления первообразных волокон, без чего нельзя осуществить вытяжку толстой ровницы в значительных размерах;

2) авторитетное свидетельство Жирара о том, что эти первообразные волокна, „которые нельзя расчесать никакими гребнями, весьма легко отделяются друг от друга мочкою льна в щелоке или в мыльном растворе", и что „этим способом можно выделить из одного и того же льна нити вчетверо тонее, чем те, которые добывались старым способом".[2] Любопытно, что указываемая Жираром степень утонения, достигаемая при переходе от сухого к мокрому прядению, совпадает с повышением тонины пряжи на Александровской льнопрядильне с 20 № до 84 № за период 1826—1830 гг.;

3) что в 1825 г., Джон Кей взял в Англии патент на мокрое прядение[3], приведший к повсеместному распространению этого принципа в английских льнопрядильнях; постоянная же связь Александровской мануфактуры с крупнейшими английскими фирмами, естественно, должна была привести к применению мокрого прядения и на русской фабрике;

4) указание в статье „О жирардовских льнопрядильных машинах" о том, что до 1825 г. и на английских предприятиях „выпрядка ограничивалась номерами низкими для грубых изделий[4] (за исключением образцовой льнопрядильни Маршалля в Лидсе, выпускавшей в небольшом количестве пряжу до 60 №), что доказывает невозможность получения в то время высоких номеров при сухом способе прядения;

5) что Александровская льнопрядильня уже в 1831 г. выпускает пряжу до № 180.[5]

---

[1] Годовые ведомости за 1830 г., Фонд Ал. м-ры, д. № 106.

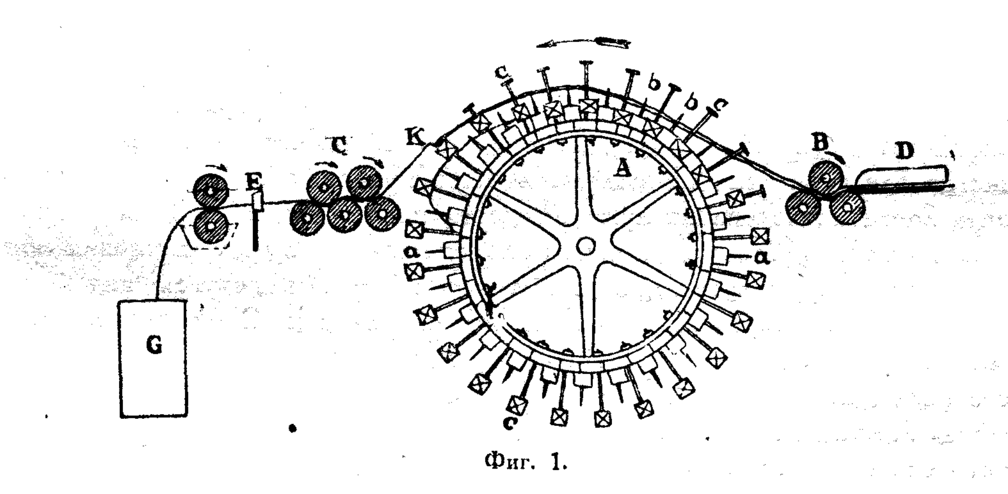
[2] Bulletin de la société d'encouragement, 1834, p. 64. Notice sur la filature du lin... par M. Girard.

[3] Об этом факте см. ниже, стр. 420—422.

[4] Журнал мануфактур и торговли, 1832, № 1, стр. 26.

[5] Годовой отчет за 1831 г., Фонд Ал. м-ры, д. № 107.

Так как в фонде Александровской мануфактуры чертежей не сохранилось, мы можем составить себе представление о вступивших в работу машинах только из описаний соответствующих аппаратов так, как они даны в первом патенте Жирара от 28 июля 1810 г., и в особенности в статье, помещенной в „Dictionnaire technologique", вышедшем в Париже в 1822 г. Описание жирардовских машин, взятое оттуда, было напечатано в „Журнале мануфактур и торговли" (№ 12 за 1826 г., статья „Об обработке льна и пеньки"). Пользование этими источниками в данном случае можно считать целесообразным, так как „английское издание" машин Жирара (точной копией которого, повидимому, являлись драунг- и ровен-фремы Александровской льнопрядильни), отличалось от французского „подлинника" лишь конструктивными особенностями, а не принципом действия; мы же остановимся только на



Фиг. 1.

этом последнем, так как детали механизма, не содержащие почти новых по сравнению с бумагопрядильными машинами, моментов, для нас не представляют интереса.

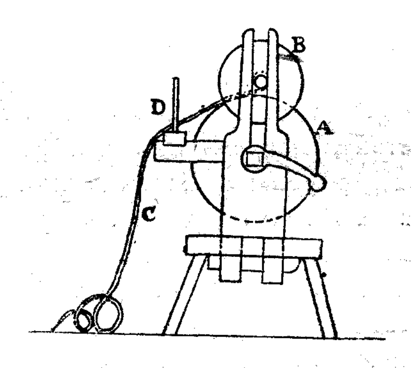
Льнопрядильный аппарат Жирара в том виде, в каком он получил практическое применение, и несколько отличающийся от первоначально запатентованного (во второстепенных моментах), представляет собой комбинацию следующих механизмов:

1. Первая цилиндрическая машина с игольчатым гребнем, назначение которой — образовывать непрерывную ленту из отдельных волокон вычесанного предварительно льна. В Англии машина получила название раскладочной (spread board), сохранившееся за ней до настоящего времени (фиг. 1). Существенными ее частями являются передние питательные валики B, цилиндр с игольчатыми гребнями A (Herrison, ежик), двигающимися на бесконечной цепи (chaînes sans fin), другая группа вытяжных валиков C, воронка E и последние вытяжные валики F. Прежде чем подвергнуть лен механи-

ческой обработке, на него воздействуют химическим путем. Рабочий кладет пучок чесаного льна в воду и треплет (шлифует) его, после чего он передается другому рабочему для опускания на несколько минут в горячий щелок; вынутый оттуда и высушенный от щелока лен вторично погружается в чистую воду. Так как клейкое вещество теперь в значительной мере уже удалено и первообразные волоконца легко отделяются при вытяжке, материал направляют на раскладочную машину. Здесь пучок льна, после вытягивания его поверхностями передних валиков, идет к зубчатому цилиндру. Иглы гребней, поднимаясь, вонзаются в волокна, производя их дробление и создавая „поле трения", способствующее параллелизации волокон и дальнейшей их равномерной вытяжке валиками. Для того, чтобы волокна льна не застревали между иглами гребней, а направлялись ими к вытяжному аппарату, Жирар ввел впоследствии на гребнях особые колышки; последние, возвышаясь над верхней плоскостью игл и двигаясь по радиусу, поднимают волокна и автоматически отделяют их от гребней, увлекая к ближайшим валикам. Движение колышков осуществляется при посредстве двух планок, укрепленных по обеим сторонам цилиндра (иногда для этой цели применяются особые желобки). В тот момент, когда лента подведена на нужное расстояние к валикам С, колышки падают вниз, оставаясь в таком положении во время движения по нижнему полукругу цилиндра, чтобы затем опять подняться над его поверхностью. Переданная на вытяжные валики С лента вытягивается здесь втрое, попадает в воронку Е, выравнивающую ленту, после чего последняя опять пропускается между валиками.

2. Ленточная машина (drawing frame), работа которой преследует цель сообщить ленте одинаковую ровность на всем ее протяжении и обеспечить правильность внутренней конструкции материала (параллельное расположение волокон). Существенною частью машины является тот же цилиндр с игольчатыми гребнями, отличающийся от предыдущего только большей тонкостью и частотой игл на планках. Основными операциями, которые производятся на ленточной машине, являются: сложение или дублирование ленты, сводящееся к накладыванию друг на друга по длине нескольких лент, и вытягивание или утонение, приводящее к увеличению длины ленты. При этом чем большее число сложений имело место, тем более ровной становится окончательно вытянутая лента. Складывая сначала четыре ленты, получают в результате первой вытяжки вчетверо более длинную ленту. Три таких вытянутых ленты, будучи строены, составляют материал для второй вытяжки; подобное же утроение производится затем при третьей и четвертой вытяжке. Вследствие этого окончательная лента, состоящая из 108 первоначальных лент, окажется вполне однообразной и ровной во всей своей длине и притом вдвое более тонкой, чем первая.

3. Машина для получения грубо скрученной пряжи — ровницы (roving frame, banc à broches, machine à filer en gros). Принцип ее конструкции и действия ничем не отличается от аналогичной бумагопрядильной машины, кроме применения гребней. Назначение этой машины — сделать ленту настолько тонкой, чтобы из нее можно было выпрядать нить нужного номера и в то же время придать ей при помощи крутки крепость, необходимую для последующего химического воздействия на нее горячего раствора. В соответствии с этим на машине материал подвергается следующим операциям: дробление волокна иглами, вытягивание, крутка при помощи рогульки и навивание на катушку. Обыкновенно на банкаброш с ленточной машины поступает несколько сдвоенных лент. „Dictionnaire technologique" уверяет, что в жирардовском аппарате производится предварительная (перед прядением) операция навивания толстой нити на катушки, совершаемая на особых катушечных станках. Однако ни в патенте Жирара 1810 г., ни в комплектах и прейс-курантах английских машин 30-х гг., ни в описании оборудования Александровской мануфактуры мы не имеем этой bobineuse (фиг. 2), о которой говорит словарь, так что надо приписать эту деталь особенностям французского прядильного производства в это время.



Фиг. 2.

4. Тонко-прядильная машина (spinning frame, machine à filer en fin) по своему типу представляет мокрый рогульчатый ватер (фиг. 3). Между приемными (C) и вытяжными валиками (F) помещается резервуар с водой, которая время от времени смачивает скользящие между поверхностями нити (un canal percé de petits trous, qui laissent tomber de temps en temps une goutte d'eau sur chaque table des cylindres), чем и достигается окончательное удаление клейкого вещества, необходимое для последней вытяжки. Затем ровница идет на рогульчатые веретена (J), где получает надлежащую крутку и наматывается на катушку (G). Равномерное навивание нити достигается движением катушки вдоль веретена. Последнее осуществляется при помощи эксцентричного колеса (L), которое, вращаясь, двигает взад и вперед рычаг (M), а вместе с ним и деревянную полку (K), с установленными на ней катушками.

Таким образом, основой жирардовской системы льнопрядения являются приготовительные операции. Анализ строения льняного волокна помог ему удачно соединить в своей машине способ химической и механической обработки льняного волокна. Усовершенствования, сделанные английскими механиками в 20—30-х гг.,

сводятся к введению машинной чески льна (геклинг-машины), к более детальной дифференциации машин и улучшению их работы, к значительной рационализации прядильного производства в целом, но только на основе этих двух жирардовских принципов. Приоритет Жирара, как первого радикально разрешившего проблему механического льнопрядения, нисколько не умаляется поэтому тем фактом, что английские льнопрядильни (и построенная по их образцу Александровская) достигли в своей практической деятельности лучших результатов, чем предприятия самого изобретателя. Здесь мы видим новое подтверждение мысли Маркса о том, что широкое практическое применение первые машины получили в результате деятельности не их изобретателя, обычно разорявшегося на дорогостоящих опытах, а капиталистов, вводивших некоторые улучшения и наживавших потом огромные барыши на эксплоатации чужих изобретений.

Нельзя поэтому согласиться с мнением проф. Чиликина, отрицающего авторство Жирара для обоих принципов механического льнопрядения. По его словам, „первый патент на применение мокрого прядения" (подчеркнуто мною. *Е. Ц.*) получил в 1825 г. Джемс Кей из Пристона, причем идея изобретания сводилась к „применению процесса мацерирования волокон или растворения волокна, склеивающего вещества", вследствие чего „процесс вытягивания происходит уже между элементарными волокнами льна". Хотя, добавляет автор, „Жирар приписал себе это изобретение (?), указывая на свой патент 1814 года (?) и на то, что он также мочил свое волокно в то время, как оно происходило через валики подготовительных машин", но „в действительности этого было недостаточно".[1]

В этом утверждении почти все неверно:

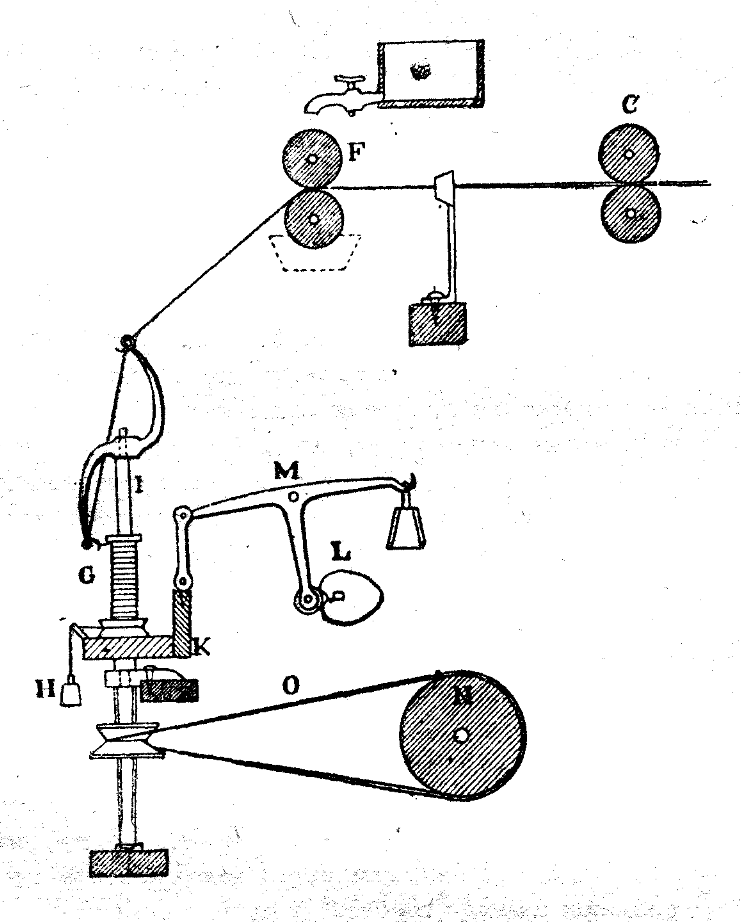
1) Патент Жирара был взят не в 1814, а в 1810 г.

2) Идея мокрого прядения, основанная на предположении о делимости волокна на первоначальные фибры, отклеивающиеся в результате химического воздействия на них, была в совершенно ясной и четкой форме изложена в первом разделе жираровского патента 1810 г. „Волокна льна", гласит первая фраза текста, „суть только собрание маленьких волоконец, расположенных одно против другого и взаимно перекрывающихся, из которых самый длинный имеет не более 9—10 см, большинство же — менее. Вещество, которое соединяет эти волоконца, может быть легко удалено различными способами. Горячая вода размягчает его в течение известного времени и растворяет, в особенности если воздух оказывает свое действие. Горячее выщелачивание удаляет его почти моментально. Достаточно погрузить одно волокно в подобный щелок, чтобы расщеплять его почти без конца. Если после этой операции вытянуть его с двух сторон, оно разделяется без усилия на

[1] Чилихин. Лен и льнопрядильное производство, стр. 684, Промиздат, М.—Л., 1926.

две части, которые скользят одна над другой до отделения и которые могут быть очень растянуты". [1]

3) Жирар смачивал лен не тогда, когда он проходил через приготовительные машины, а (так же как и в современном льнопрядении) в период окончательного льнопрядения, в момент прохождения через последние вытяжные валики. Чтобы убедиться в этом, достаточно привести следующую фразу из того раздела патента, где объясняется



Фиг. 3.

конструкция и работа „Machine à étirer le lin et à le réduire en fil fin" „Цилиндры должны постоянно смачиваться водой (les cylindres doivent être continuellement mouillés), но расположение новых машин не позволяет их поворачивать к кадке, наполненной водой, как это имеет место в обыкновенных станках для льна, выше места каждого станка, а во всю их длину проводится канал с отверстиями, позволяющими падать время от времени капле воды на каждую часть цилиндра".

[1] Description des machines et procédés, t. 12, p. 114.

4) Именно потому, что такое смачивание было недостаточно Жирар обращал особое внимание на предварительную химическую обработку волокна, происходившую через несколько щелочных растворов и вод, как уже было описано выше, в соответствии с текстом патента.

Что механическая обработка шла после химической (начальной), видно уже из заглавия одного из разделов патента: „Вторая операция вытягивания льна после того, как он был химически препарирован (Deuxième manière d'étirer le lin après qu'il a subi la préparation chimique). И дальше в тексте: „пучок льна, вычесанный и выщелоченный, раскладывается последовательно на бесконечном ремне“ (les paquets de lin peigné et lessivé sont étandus successivement sur la cuir sans fin). Таким образом, Жирар с самого начала предполагал двойную мочку льна: перед отправкой льна на первую приготовительную машину—раскладочную—и после выхода ровницы из банкаброша. Значение обеих операций подчеркивается автором и в черновике „мемориала“, адресованного 5 августа 1811 г. в министерство внутренних дел. По словам Ballot, здесь отмечены „принципы трех новых способов, которые составляют долю участия Ф. Жирара в изобретении механического прядения льна: отклеивание посредством горячего раствора, вытягивание посредством бесконечного ряда гребней и погружения нити в щелок перед окончательным прядением“.

Думается, что приведенных свидетельств достаточно для доказательства того, что принцип мокрого прядения был разработан Жираром, хотя весьма вероятно, что способ Кея оказался более рациональным в практике английских льнопрядилен второй половины 20-х годов.

Еще менее убедительны слова проф. Чиликина о „приписывании“ себе Жираром изобретения гребней, в то время как, по утверждению автора, „английский инженер Томпсон в 1801 г. уже имел патент на применение гребней при обработке льна“. Но, во-первых, это не исключает самостоятельности открытия Жирара, во-вторых, Томпсон употреблял гребни при изготовлении грубой пеньковой пряжи, идущей на веревки и канаты, [1] и, в третьих, сам автор заявляет, что „новый способ обработки льна при помощи гребней“ был применен только в 1820 г., и, следовательно, патент Томсона никакого практического значения для английской льнопрядильной промышленности не имел. Наконец, окончательно запутывается весь вопрос неожиданным утверждением автора, что „в 1810 году Филиппом де-Жираром была устроена первая механическая льнопрядильная фабрика в Париже и этим было положено основание практическому решению вопроса о возможности механического прядения льна“. Таким образом, оказывается, что Жирар, не изобревший ни одного из существенных принципов машинного прядения льна, и притом за четыре года до собственного патента (последний,

---

[1] Thompson's specification № 2553, 1801.

как мы видели, ошибочно датируется автором 1814 годом, вместо 1810) первый „положил основание практическому решению вопроса“. Как это возможно — предоставляется судить читателю. И уже совсем в противоречии с предыдущими утверждениями автор заявляет, что первые английские льнопрядильни были построены товарищами Жирара. Следовательно, именно его система получила практическое воплощение в английской льнопрядильной промышленности 20-х гг., что автор отрицал страницей раньше.

Успехи, достигнутые в области механического прядения льна на Александровской мануфактуре, отмечены были в литературе, правда, пока официальной, конца 20-х гг. Так, по отзыву одного из лучших знатоков мануфактурного дела в России В. Пельчинского, Александровская мануфактура „обширностью действия, механическим богатым и усовершенствованным устройством... есть важнейшая из всех в России фабрик и, без сомнения, может занять место между первейшими в сем роде английскими фабриками“. [1] Эта характеристика вряд ли сильно преувеличена. 3 пар. машины общей мощностью в 170 л. с., 4 тыс. рабочих, около 1000 различных машин и станков для всех звеньев производственного процесса в прядильной, ткацкой и аппаратурной части, 50—60 тыс. пудов пряжи в год — такой размах производства мог иметь место только в крупнейших предприятиях Англии. В особенности подчеркивается автором предельная степень механизации, достигнутая на мануфактуре, — внедрение машины во все области текстильного дела. „Начиная от чески пеньки, приготовление оной для пряжи, прядение пеньки и хлопчатной бумаги и тканье миткаля, все производится машинами“. ...„Сия фабрика“, говорит он, „может служить образцовою для всякого намеревающегося основать какую-либо фабрику, а равно дать понятие о фабриках, все производящих машинами“. Что касается качеств машинной льняной пряжи, то об этом можно судить по приводимому Пельчинским расчету крепости парусины, вырабатываемой Александровской мануфактурой и доставляемой „партикулярными фабрикантами“. Тогда как первая выдерживала тяжесть до 26 пудор, предельной нагрузкой последней было 18—22 пуда. Пельчинский считает поэтому, ссылаясь на „мнение знатоков“, что „александровская“ парусина „ни в чем не уступает лучшей английской“. Таким образом, машинное прядение льна уже в первые годы привело к практически осязаемым результатам, отвечавшим военным нуждам царской России: дало высококачественную „одежду“ для русского флота, сыгравшего столь активную роль в русско-турецкой и русско-персидской войне.

Первым публичным испытанием для Александровской мануфактуры явилась Всероссийская выставка мануфактурных изделий, открытая в 1829 г. в Петербурге. Из „Росписи“ вещей, представленных на вы-

---

[1] Журнал мануфактур и торговли, 1828, № 5, „О Петербургских фабриках“, стр. 38—39.

ставку, видно, что как в отношении машин и инструментов, так и в части фабричной продукции мануфактура экспортировала предметы производства и оборудования не только по хлопчато-бумажному, но и по льняному отделению. Так, среди вещей 1 отд. выставки (машины и инструменты) находим присланные с мануфактуры: часть льняного драунг-фрема, цилиндры для льняных ватер-машин, шпиндели (веретена) для них же, машина для пробы парусных полотен с гирями. „Журнал мануфактур и торговли" (№ 6, 1829), отмечая, что машины эти „по удостоверению знатоков отделаны самым превосходным образом", добавляет, что хотя они служат лишь вспомогательными средствами, т. е. орудиями, а не предметами производства, но высокое их качество обеспечивает и „добротность" самих изделий. Машинная льняная пряжа с Александровской мануфактуры, представленная на выставке, по словам „Журнала", отличалась тонкостью, ровностью и гладкостью. Но это еще не говорит за то, что последняя может выдержать конкуренцию с ручной, так как неизвестна себестоимость продукции. Крайне интересно, что „Журнал", отражая мнение определенных правительственных и промышленных кругов, признает преимущества механически выпряденной пряжи перед веретенной и самопрялочной: именно низким качествам последней он приписывает недостатки русских полотен, — обстоятельство, обусловливающее привоз в Россию тонких иностранных материй из льна, за которые ежегодно платится свыше миллиона рублей. Почему же не заводятся в России механические льнопрядильни? В чем препятствия к переходу в льняной промышленности на машинные рельсы? В том, что „еще не найдено искусство прясть лен машинами с выгодою" (разрядка журнала); и тут же разъясняет: „Ручная пряжа так дешева, что машинная никак не может с ней соперничать". При этом, разумеется, следовало добавить, что такое положение соответствует условиям русского производства и формам применяемого здесь труда, не вызывающим необходимости в техническом прогрессе, а не обобщать это до некоего факта, существующего en général в силу неразрешенности еще самой проблемы механического льнопрядения; и напрасно „Журнал" пытается подкрепить свой вывод ссылкой на Англию, где несмотря на наличие многих машинных прядилен „пряжа обходится слишком дорого". Такой аргумент не только мало убедителен, но и прямо ошибочен: мы уже видели, что Александровская мануфактура вынуждена была, приспосабливаясь к коньюнктуре цен на английском рынке, систематически (в 20-х гг.) продавать свою пряжу ниже себестоимости; да и самый факт массового развития льнопрядилен в Англии, никем не оспариваемый, является лучшим доказательством победы машинной техники еще на одном участке промышленного производства. Насколько же машинная пряжа не может „соперничать" с ручной, пришлось через 15 лет на горьком опыте убедиться правительственной комиссии, посланной обследовать причины

кризиса льняной промышленности и констатировавшей в качестве одной из таковых — разрушительное действие английской машинной техники. Впрочем, „Журнал мануфактур и торговли" был настолько мало сведущ в истории и настоящем положение вопроса, что, упоминая о наполеоновской премии в миллион франков, утверждает, будто „никто не умел приобрести сию награду", странным образом забыв даже помещенную 3 года тому назад в декабрьском номере журнала за 1826 г. статью с описанием жирардовских льнопрядильных машин. Помимо льняной пряжи продукция Александровской мануфактуры была представлена на выставке полотнами. Последние оказались „отделкою и ровностью пряжи и ткани" лучше знаменитых полотен Ярославской мануфактуры, хотя и уступали им по тонкости. Таким образом, на первом публичной „просмотре" и пряжа и готовые изделия Александровской льнопрядильни превзошли по своим качествам лучшие образцы русской ручной мануфактурной техники.

Наконец, через 3 года, в 1832 г., представился случай проверить достижения Александровской мануфактуры в области механического льнопрядения уже в европейском масштабе, т. е. сравнить их с таковыми же на другой не русской фабрике. При этом объектом сравнения явилась пряжа образцовой Варшавской льнопрядильни, построенной и руководимой самим Жираром и получившей в честь его название Жирардовской. Предприятие было открыто и пущено в ход в 1830—1831 г., т. е. в то время, когда Александровская прядильая уже превратилась в первоклассную фабрику, работавшую по английским образцам. Присланные знаменитым изобретателем образцы пряжи различных №№: 5, 13, 19, 24, 28, 34, оказались по системе нумерации, принятой на Александровской мануфактуре, соответствующими №№ 12.58, 32.7, 27.8, 60.38, 70.45, 85.54. Сравнение тех и других, по словам „Журнала мануфактур и торговли", сообщающего об этом своеобразном конкурсе, заставляет отдать преимущество указанным сортам нашей пряжи, которые „вообще ровностью и чистотою выделки превосходнее жирардовых". Особенный патриотический восторг вызывает у „Журнала" то обстоятельство, что Жирар не прислал более высоких №№ пряжи, „потому ли", торжествующе заявляет автор статьи, обнаруживая при этом потерю всякого чувства комического и наивность, граничащую с невежеством, „что выше того номера на его машинах пряжа не выделывается, или потому, что, не имея сведения о высокой степени совершенства, до которой у нас доведена сия фабрикация, не почитал нужным присылать самой тонкой пряжи, полагая, что он изумит нас и тем уже что послал".[1] Между тем Александровская мануфактура вырабатывала уже „сверх тонкие" №№, вплоть до 140 и 180, причем „пряжа последнего № 180 была так тонка и вместе так ровна тониною и чи-

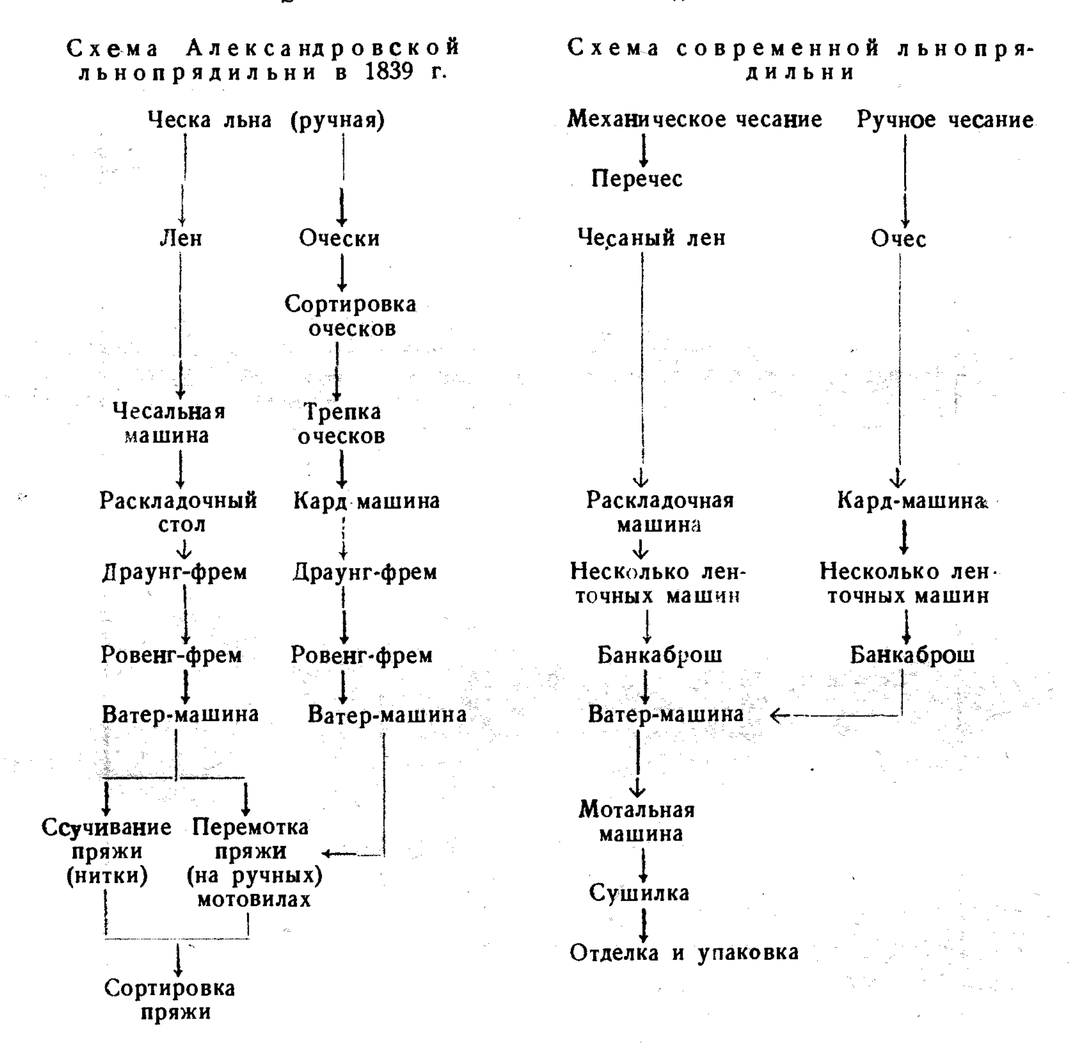
[1] Журнал мануфактур и торговли, 1832, № 1, стр. 22—23.

стотою отделки, что из оной можно приготовить тончайшие кружева". Разумеется, ко всем этим отзывам следует относиться с крайней осторожностью, тем более, что сам „Журнал", провозгласив превосходство русских машин над жирардовскими, спешит оговориться, что сделать точное заключение о „пользе" тех и других машин нельзя, за отсутствием сведений о количестве выработки, числе употребляемых рабочих рук и конструкциях аппаратов на Жирардовской льнопрядильне.

Но во всяком случае несомненно, что в 1832 г. Александровская льнопрядильня по своему оборудованию, количеству и качеству выпускаемой пряжи становится в ряды образцовых европейских предприятий подобного рода. Ровенг-фремы (банкаброши), которые в „Отчетах" за 1828 и 1830 гг. почему-то не фигурируют в особой графе, а очевидно включены в раздел драунг-фремов (ленточных машин)[1], с 1833 г. начинают фиксироваться „отчетами". В этом же году появляется упоминание о „раскладывальных машинах" (столах). Таким образом, все основные звенья производственного процесса уже включены с этого времени в технический аппарат льнопрядильни и сохраняются в дальнейшем, как показывает таблица работы фабрики в 1839 г. (см. табл. 5-а и 5-б на стр. 428 и 429). На основании данных таблицы мы можем построить схему льнопрядильни, причем для сравнения рядом помещаем схему работы современной льнопрядильной фабрики, заимствованную из упомянутой книги проф. Чиликина (см. след. стр.).

Из этого сопоставления видно, что остов современной системы льнопрядения был уже заложен в 30-х гг. XIX в. В дальнейшем, и в особенности на английских льнопрядильнях, технический прогресс сводился лишь к дифференциации и детализации рабочих функций машины, более тщательной предварительной обработке пряжи на узко-специализированных машинах и постепенной автоматизации производственного процесса, к переходу на механическую перемотку и т. д. Последним важным усовершенствованием, оставшимся неизменным до настоящего времени, был изобретенный в 1833 г. Лаунсоном и Вестлей принцип управления гребнями ленточных и прядильных машин при помощи винтов (червяков), заменивших жирардовскую бесконечную цепь. Благодаря этому способу так наз. падающих гребней, иглы стали входить в ленту вертикально, чем обеспечивался излишний прочес, дробление и параллелизация волокна. О применении этого способа на

[1] За это говорит: 1) наличие ровенг-фремов на мануфактуре уже в 1827 г.; 2) при введении особой графы для этих машин количество драгун-фремов соответственным образом уменьшается, так что сумма тех и других в точности равна прежнему количеству драунг-фремов (см. „Отчет" 1839 г.); 3) указания в „Отчетах" о выработке на драунг-фремах ровницы (см. „Отчеты" за 1800 и 1839 гг.); 4) наконец, определение драунг-фремов в „Проекте" 1811 г. как машин, вытягивающих ленту и придающих ей слабо скрученную форму.



Александровской мануфактуре у нас сведений не имеется. Теперь посмотрим, как шло развитие льнопрядильни в 30-х гг. и подведем общие итоги работе первой русской фабрики по машинной выработке льна. Прежде всего следует указать на значительный рост продукции льнопрядильного отделения, выражающийся в следующих цифрах:

Годы	Пуды пряжи	Годы	Пуды пряжи
1830	28 817	1836	41 433
1833	43 993	1837	51 107
1834	42 615	1839	47 986

Таким образом, если взять среднюю цифру последних трех лет, количество выработки за 10 лет окажется возросшим на 70—75%. При этом такой рост сопровождался, и это самое важное для нас, ростом производительности труда, так как средний контингент занятых рабочих с каждым годом уменьшался. Так, если в „Еженедель-

Таблица 5-а

Работа льнопрядильного отделения в 1839 г.

Выработка с 1 по 11 марта. Двигатель—паровая машина в 110 сил.

На 110 шпинделях драунг-фремах ровенсу

из льна	600 п.
„ оческов	590 „
	1190 п.

По расчислению на каждый шпиндель в день по 1 пуд. 26 фунт. 55 зол.

На 70 ватер-машинах (27 в безд.) пряжи из льна:

Несученой	№ $3^3/_4$	113 п.	2 ф.	По расчислению на каждую машину в день по 2 п. 20 ф. 68 зол.
	№ 6	26 „	15 „	
	№ 9	320 „	31 „	
	№ 12	17 „	19 „	
	№ 60	17 „	8 „	
	№ 100	1 „	10 „	
	№ 120	1 „	34 „	
Ссученой	№ 10	61 „	10 „	
	№ 12	2 „	9 „	
	№ 16	37 „	37 „	
Из оческов льняных	№ $2^1/_4$	119 п.	12 ф.	
	№ 3	180 „	15 „	
	№ $4^1/_4$	45 „	27 „	
	№ 6	34 „	4 „	
	№ $8^1/_2$	15 „	13 „	
	№ 14	45 „	2 „	
Льняной пакли	№ $1^3/_4$	94 „	24 „	
	№ 3	29 „	34 „	
Итого		1145 п.	26 ф.	

ных отчетах“ за 1830 г. количество рабочих колеблется от 530 до 570 человек, то уже в 1834 г. крайним верхним пределом становится 486 чел. Среднее количество дневной выработки для одного человека в этом году равно около 15 ф., т. е. в 4 раза больше, чем в 1821 г., но так как при этом пряжа выпрядалась самых различных номеров (в 1839 г. выпрядка иногда доходила до № 200), подлинный прогресс производительности труда может быть констатирован только при сравнении величин выпрядки в длине пряжи (в метрах). Следующие цифры показывают кривую роста пряжи, приходящуюся на один человеко-день для основных дат в истории Александровской льнопрядильни.

Высшая норма дневной выработки на веретеве в 60-е гг. XVIII в. была	1800 м
Средняя норма для Александр. м-ры в 1821 г.	15000 „
„ „ „ „ „ 1832 г.	45000 „

Состав рабочих и специальности в 1839 г.

Таблица 5·6

	У приемотра работы	При магазине	При чеене льна	При 6 чесальных маш.	При сортировке оческов	При трепке очееков	При развешивании	При 34 кард. нашин	При 9 раскдад. етанках	При 9 драунг-фремах	При 9 роаенг-фремах	При 70 ватер-машинах	При ссучивании иряжи	При иеремотке иряжи	При сортировке иряжи	При 3 ирессах	При наровой машине	При смазке ироводов	При сшивании ремней	При чистке фонарей	В сторожах	Итого
Мастер	1																					1
Подмастерьев:																						
Из воспитанников вольн.		2	1	2				3	1	3		5	1									18
Из воспитанников казенн.		1																				1
При работах:																						
Воспитанников вольн.									1			4			4							9
Воспитанников казенн.																1						1
Военносирот. детей												1										1
Мастеровых			2												1		1	2				6
Инналнлов					5							1			1	3	1		1		14	25
Крестьян			72	10	2	4		7				15			1	2				3		116
Женщин							6	35	10	34	34	100	18	46								283
Итого	1	3	75	12	7	4	6	45	12	37	34	126	19	46	7	2	2	2	1	3	14	466

К сожалению, у нас нет для 30-х годов данных о себестоимости производства и ценах на пряжу. Но уменьшение абсолютного количества занятых рабочих и увеличение годовой выработки косвенно указывают и на удешевление процессов обработки льна. О том же свидетельствует стабильное положение льнопрядильни в 30-х гг., когда русская льняная промышленность, под разрушающим действием английской машинной техники, оказывается не в состоянии выдержать конкуренции заграничной пряжи и вступает в полосу кризиса и общей деградации. Правда, казенное предприятие, поддерживаемое к тому же карточной монополией (в состав Александровской мануфактуры входила картонная фабрика), имело громадные финансовые и правовые преимущества перед частными, но неправильно было бы при этом игнорировать роль машинизма и его прогрессивное значение в эпоху разложения крепостного хозяйства.

Чрезвычайно интересным для характеристики внутренней противоречивости русской экономики в то время является тот факт, что технический рост Александровской льнопрядильни сопровождается одновременно ростом: 1) крепостных форм труда и 2) повышением (абсолютно и относительно) удельного веса женского труда.

Так, в „ведомости" 1830 г. группа инвалидов, крестьян и женщин, то есть категория не свободных (приписные и постояно-закрепленные за мануфактурой рабочие) составляет 68% общего числа занятых рабочих,[1] а в 1839 г., как видно из табл. 5-6, эта цифра доходит уже до 92%; за тот же период количество женщин, работающих в производстве, увеличивается с 38% до 62%.

Эти цифры, если перевести их на язык общественных производственных отношений, являются несомненным подтверждением того положения, что машина, упрощая функции рабочего, обесценивая личное искусство мастера-профессионала мануфактурной эпохи, создает благоприятные условия для широкого применения труда женщин, детей и неквалифицированных рабочих. Особенностью русской льнопрядильни было соединение в себе типичных черт складывавшейся в Западной Европе капиталистической фабричной системы, поскольку это относится к производственно-технической стороне дела, с докапиталистическими отношениями в сфере труда.

Посмотрим теперь, насколько техническая база Александровской мануфактуры соответствовала уровню, достигнутому механическим льнопрядением в Англии. По данным „Журнала мануфактур и торговли" в 1837 г. зарегистрированы в Англии 352 фабрики машинного производства льняной пряжи с 10 тыс. рабочих на них.

---

[1] Ведомость, с 21 VII по 1 VIII в „Ежемесячных донесениях правления А. М. о работах, на оной произведенных в 1830 году", д. № 106.

Из этих предприятий самым крупным являлась знаменитая льнопрядильня Маршалля в Лидсе, имевшая 12 000 веретен, — количество, примерно, раза в три большее, чем на Александровской мануфактуре. Схема производственного процесса на фабрике Маршалля, насколько можно судить по описанию, ничем в существенных чертах не отличалась от таковой на нашей прядильне, за исключением, пожалуй, применения там исключительно детского труда для чески льна. Интересно отметить, что хотя энергетическая мощность лучшей английской льнопрядильни равнялась 180 л. с., но составлялась она из сложения мощностей трех машин — двух по 75 и одной в 30 л. с., в то время как льнопрядильное отделение Александровской фабрики имело паровую машину в 110 л. с., обслуживавшую, правда, одновременно льноткацкое и белильное производства. Поэтому вряд ли будет ошибочным считать эту машину самым крупным паровым двигателем из всех, установленных на европейских льнопрядильнях в 30-х гг.

Уступая по масштабам производства самым значительным из английских льнопрядилен, наша фабрика на много превосходила лучшие французские предприятия подобного рода. Так, например, в учрежденной в 1837 г. близ Гавра в Горанвилле образцовой машинной фабрике объем годовой продукции (6000 пудов) был в 8½ раз, количество рабочих (80) в 6 раз и количество веретен (8000) — в 1½ раза меньшим, чем на Александровской мануфактуре; что касается взаимоотношений русской и английской льнопрядильных фабрик, то надо отметить начавшееся в 30-х гг. относительное вытеснение машинной пряжи Александровской мануфактуры с английского рынка; английские льняные фабрики сами превратились в крупнейших экспортеров пряжи, наводнявших новым продуктом машинизма все континентальные страны, в том числе Россию, полотняному производству которой был нанесен решительный удар. В 1837 г. из 51 000 пудов льняной пряжи, произведенной на Александровской мануфактуре, только 10 000 было отправлено в Англию, основная же масса (37 000 п.) употреблена на самой фабрике для выделки полотна и других льняных тканей.

Подводя итоги деятельности Александровской льнопрядильни, мы приходим к следующим выводам:

1. Влияние английской техники, помощь английских мастеров, оборудование фабрики по английским образцам, мощная силовая установка и значительный размах производства обеспечили мануфактуре развитие, поставившее ее к началу 30-х гг. в техническом отношении в ряды лучших в Европе механических льнопрядилен.

2. До 1827 г. попытки производства льняной пряжи по старой системе, основывавшейся на принципах работы бумагопрядильных машин, хотя и имели известный успех, но значительно уступали результатам, достигнутым английскими льнопрядильнями, что выразилось в невозможности безубыточной конкуренции русской пряжи с английской.

3. Введение жирардовских приготовительных и тонкопрядильных машин, обеспечив быстрый рост как производительности труда, так и качества пряжи (тонина, крепость и ровность) демонстрировало победу нового принципа льнопрядения, как единственного, отвечавшего условиям и специфике данной отрасли текстильного производства.

4. Еще одно завоевание машинной техники на крупнейшем русском текстильном предприятии в эпоху крепостного хозяйства оказалось возможным лишь вследствие того, что Александровская мануфактура:

а) являлась казенным предприятием, пользовавшимся субсидиями и материальной поддержкой правительства, а также правовыми привилегиями и даже монополиями;

б) обеспечена была дешевой юридически несвободной рабочей силой (приписные крестьяне, прикрепленный к фабрике контингент женщин, казенные воспитанники, инвалиды, сиротские дети и т. д.);

в) находилась в постоянном контакте и связях с английскими фирмами, поставлявшими фабрике почти все машинное оборудование, вопреки пресловутому парламентскому закону, запрещавшему вывоз машин за пределы Англии.

E. A. ZEITLIN

THE FIRST STEPS OF MECHANICAL FLAX-SPINNING IN RUSSIA

The technical revolution in flax-spinning industry took place somewhat later than in the manufacture of cotton and woolen goods. The mechanical flax-spinning was introduced in Russia later than in the linen industries of West European countries, because of the extremely slow development of the Russian linen industry during the 16th—18th centuries. In Western Europe the problem of mechanical. flax-spinning had not been yet solved as late as the end of the 18th century. Numerous attempts in this direction were unsuccessful because of a purely mechanical application of the principles of cotton spinning in the field of the manufacture of flax-yarn, without due account being taken of the technological peculiarities of the flax fibre.

Only during the period of the Continental Blockade the industrial policy of Napoleon in France set up conditions favorable for the invention of the flax-spinning machine, an original and practicable design of which was made in 1810 by the French engineer Philippe Girard. Owing to the economic reaction which set in after the fall of Napoleon's Empire, this invention was not utilized in France, but only in England as early as the beginning of the 2nd decade of the 19th century, which marked here the beginning of the technical revolution in flax-spinning. In Russia the first flax spinning mill was the linen section of the Alexandrovsk State Manufactory, which was established in 1811. The mill started in 1820, and was equipped with machines of English and Scottish make.

During the first period of this plant's activity (1821—1826) the mill produced only coarse yarn up to No 18, but its progress found its expression in the general growth of output, the increase of labor productivity and reduction of spinning losses. The general European industrial and commercial crisis of 1825 caused the crisis of yarn export from the Alexandrovsk mill, and compelled the administration of the mill to set about the technical reconstruction of the manufacture. The mill, equipped in 1827—1832 with Girard machines (the wet spinning process and Gill frames) imported from England, reached during the first part of the 3rd decade the level of the best European mills of this kind.

Under conditions of the crisis and the degradation of Russian linen industry during the 3rd and 4th decades of the 19th century, resulting from the import of the English yarn spun by machinery, the Alexandrovsk flax-spinning plant occupied a prominent place as the experimental basis and nursery of new mechanical principles.

The success of the Alexandrovsk manufactory is a result of its privileged position as a State plant, of the wide employment of the compulsory labor and of the permanent contact with English textile companies, which supplied the plant with machinery in spite of the well-known parrliamentary law prohibiting the export of machines from England into foreign countries.[1]

---

[1] A fuller summary will be given in the issue containing the second part of the present work.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ· Сер. I, вып. 5

Акад. **С. Г. Струмилин**

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС ЗА 300 ЛЕТ

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

6. Заводская металлургия[1]

XIX век (1801—1861 гг.)

К началу XIX в. состояние уральской металлургии, очень детально описанной Германом, представляется в следующем виде. Из известных нам на Урале доменных заводов в 1700 г. не существовало еще ни одного, в 1725 г. числилось уже 8, в 1750 г. — 25, в 1775 г. — 56, в 1800 г. — 87 заводов. И если в 1670 г. все русские железные заводские домны и кустарные домницы давали всего не свыше 150 тыс. пуд. металла, то в 1723 г. только 5 уральских домен давали около 235 тыс. пуд. чугуна, а в 1801 г. на Урале по 75 домнам выплавка чугуна — на 49 доменных заводах, учтенных Германом,[2] — достигала уже 7.4 млн. пуд.

По ряду заводов Герман дает их производственную мощность по штатам 1737 г. Сопоставляя эти данные по 21 заводу с отчетными за 1801 г., получаем такой прирост:

	Штаты 1737 г.	Отчет 1801 г.	Прирост в проц.
Проплавлено руды (тыс. пуд.)	6490	7143	10.0
Выплавка чугуна „ „	3097	3614	16.7
Выход чугуна на 100 пуд. руды	47.7	50.5	5.6

На учтенном здесь 21 заводе, по Герману, действовало 33 домны с годовой выплавкой в среднем на каждую до 110 тыс. пуд. и суточной — до 450 пуд. чугуна. Но по отдельным заводам эти нормы сильно колебались — от 120 до 1050 пуд. Самым крупным по общей выплавке был выстроенный еще в 1725 г. Нижне-Тагильский завод Демидовых

[1] Продолжение. См. „Архив истории науки и техники“, вып. 2, 3 и 4.

[2] И. Ф. Герман. Описание горных заводов под ведомством Екатеринбургского горного начальства состоящих. Екатеринбург, 1808 (и в „Технологическом журнале“, СПб., 1707—1808 гг.).

на 4 домны. Годовая выплавка чугуна уже в первые годы достигала здесь 118.7 тыс. пуд. на каждую домну в 12—13 арш. высотой. В 1801 г. она поднялась до 136.5 тыс. пуд. на домну. Верхне-Нейвинская домна, постройки 1764 г., в 15 арш. высотой, дала в 1801 г. 140 тыс. пуд. при суточной выплавке 750—780 пуд. Невьянские домны в 18 арш. высотой давали по 1050 пуд. в сутки. Высота домен постройки XVII и начала XVIII вв. не превышала 10—12 арш., в Нижнем Тагиле (1725 г.) они достигали 13 арш. высоты, а в конце века были уже домны в 15—18 арш. и выше. Но преобладали, конечно, более мелкие домны старого типа, и рост продукции металла шел главным образом за счет умножения числа заводов, а не за счет каких-либо больших качественных сдвигов в направлении технической их реконструкции.

Группируя данные Германа по годовой и суточной выплавке чугуна на 1 домну, мы получаем картину, показанную в табл. 32.

В данной таблице учтен рабочий персонал только доменных цехов, без рабочих ремонтных и прочих обслуживающих цехов. При этом суточная выработка рабочего в 1 смену достигала в среднем почти 16 пуд., а годовая — 4190 пуд. Значит, в этом непрерывном производстве доменный персонал работал около 264 дней. Число суток действия домен со включением запасных было, конечно, меньше, а именно 235. По отдельным группам заводов производительность труда колебалась в 2 — 3 раза. В группировке по годовой выработке эти колебания, однако, отражают прежде всего число суток действия домен и потому не столь показательны для уровня техники металлургии. Но колебания суточной выработки и в этом отношении достаточно характерны. В то время как суточная выплавка домны возрастает от 1-й к 5-й группе в 4.8 раза, обслуживающий персонал на 1 домну возрастает всего в 1.8 раза, и благодаря этому производительность рабочего увеличивается в 2.6 раза. Уже из этого можно заключить, что основное значение в этом росте имело увеличение размера домен и их суточной выплавки.

Группировка по высоте домен от лещади до колоши дала нам результаты, приведенные в табл. 33.

Как видим, суточная выплавка домны и производительность труда возрастает с величиной домен, однако этот рост довольно скромен по сравнению с итогами группировки по размеру суточной выплавки. Очевидно, суточная выплавка определялась не только размером домен, но и другими факторами, среди которых на первое место мы должны выдвинуть технику дутья. В самом деле, самые большие домны Архангело-Пашинского завода, высотою в 20 арш., давали всего около 400 пуд. чугуна в сутки, в то время как гораздо более низкая домна В.-Тагильского завода в 15 арш. давала по 600 пуд. в сутки. Объяснение этой разницы мы видим в том, что первый завод обслуживал дутье деревянными клинчатыми мехами устаревшей конструкции,

Таблица 32

Доменное производство чугуна на Урале в 1801 г.

Группы заводов по их выплавке на 1 домну	Число заводов	Число домен: действующих	Число домен: запасных	Число домен: Итого	Высота домен в арш.	Число рабочих на 1 домну	Годовая выплавка чугуна: общая (в тыс. пуд.)	Годовая выплавка чугуна: на 1 домну (в тыс. пуд.)	Годовая выплавка чугуна: на 1 рабочего в пуд.	Суточная выплавка в пуд.: на 1 домну	Суточная выплавка в пуд.: на 1 рабочего	Число суток действия домен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. По годовой выплавке												
1. От 4 до 50 тыс. пуд.	7	8	1	9	13.5	22.3	320	35.6	1785	249	11.2	143
2. „ 50 „ 100 „ „	21	26	6	32	14.7	24.7	2496	78.0	3880	394	15.9	198
3. „ 100 „ 150 „ „	15	25	—	25	14.8	27.4	3021	120.7	4420	440	16.1	274
4. „ 150 „ 192 „ „	6	8	1	9	15.4	32.6	1563	173.7	5980	617	18.9	282
Итого	49	67	8	75	14.6	26.4	7400	98.8	4190	420	15.9	235
II. По суточной выплавке												
1. От 2 до 4 т.	7	8	—	8	13.7	22.7	339	42.4	1860	179	7.9	237
2. „ 4 „ 6 „	10	14	2	16	14.8	22.4	1256	78.4	4020	327	14.6	239
3. „ 6 „ 8 „	19	29	4	33	14.8	27.9	3500	106.0	4330	435	15.6	243
4. „ 8 „ 10 „	10	13	1	14	13.7	25.8	1608	114.7	4780	533	20.6	215
5. 10 т. и выше „	3	3	1	4	16.7	41.6	697	174.5	5575	865	20.8	202
Итого	49	67	8	75	14.6	26.4	7400	98.8	4190	420	15.9	235
В т. ч. казенн. зав.	1	1	1	2	12.8	46	141	70.5	3060	390	8.3	181

Таблица 33

Группировка уральских домен 1801 г. по их высоте

Группы заводов по высоте домен в арш.	Средняя высота домны в арш.	Число домен: действующих	запасных	итого	Число рабочих на 1 домну (действ).	Выплавка чугуна на 1 домну: За год в тыс. пуд.	В сутки в пуд.	на 1 работ.: За год в пуд.	В смену в пуд.	Число суток действия домен за год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. От 10 до 12 .	11.6	7	—	7	25.3	98.8	350	3910	13.9	282
2. „ 12.1—14.9 .	13.4	29	6	35	25.8	89.0	405	4160	15.7	220
3. „ 15—16.9 . .	15.7	19	—	19	27.4	110.0	434	4010	15.9	253
4. „ 17 до 20 .	17.9	12	2	14	26.5	107.5	475	4750	17.9	226
	14.6	67	8	75	26.4	98.8	420	4190	15.9	235

а второй — чугунными цилиндрическими, гораздо более высокой эффективности.

Применение новых цилиндрических воздуходувных машин, изобретенных в Англии в 1760 г., было вообще наиболее существенным новшеством в русской металлургии за XVIII в. Впервые эти машины введены были у нас, повидимому, Гаскоином в Петрозаводске на Александровском пушечном заводе в 1788 г. В начале XIX в., по Герману, цилиндрические воздуходувки применялись уже на 27 заводах из 46, причем в 15 случаях это были чугунные и в 12 — деревянные устройства.

О значении цилиндрических воздуходувок можно судить уже по тому, что, по свидетельству Кнабе, замена кожаных мехов даже мало совершенными деревянными цилиндрическими машинами давала до 20% экономии угля. А вместе с тем, ускоряя металлургические процессы, эти новые воздуходувки резко повышали суточную выплавку домен, а стало быть и производительность труда доменного персонала. Старая домна Невьянского завода в 12 арш. высотой, постройки 1701 г., в первые годы своей работы давала не свыше 120 пуд. чугуна в сутки или 30 тыс. пуд. в год. В 1767 г. обе Невьянские домны, малая и большая, дали за год 162 тыс. пуд. чугуна, а в 1801 г., после замены старых мехов новыми цилиндрическими воздуходувками, две домны этого завода (обе по 18 арш. высоты), работая попеременно, дали уже

за год 384 тыс. пуд. чугуна. При этом уже в первые годы после переоборудования, по словам Кнабе, малая домна Невьянского завода, вооруженная новой воздуходувкой, стала давать столько же чугуна, сколько раньше давала большая, а большая с цилиндрической воздуходувкой стала давать до 1000 пуд. в сутки. [1] Таким образом, в общем улучшение дутья здесь дало удвоение продукции.

Технология выплавки чугуна на Невьянском заводе в начале XIX в. определяется, по Герману, следующими цифрами: „колош в сутки проходит от 40 до 50, в каждую кладется твердой руды 25, мягкой 8, итого 33 пуда, флюса 2 и 3 пуда, угля 1¼ короба; чугун в сутки выпускается 4 раза, в каждом выпуске получается от 180, 200, 250 и до 300, в сутки же от 900 до 1000 и 1200 пуд.; а руд для сего проплавляется от 1800 до 2000, на 100 пуд. оных походит флюса от 9, 10 до 12 пуд., угля по 3¾ и по 4 короба; 100 пуд. руды дают чугуна от 61, 62 до 63 пуд.; на каждый короб угля обходится оного 17 и 18 пуд. с фунтами... при домне людей: мастеров — 3, подмастерьев — 6, засыпок — 6, угленосов — 6, все кроме двух мастеров работают по 12 часов, литухов — 6, работают по 3 человека в сутки, мусорщиков — 4, сменяются чрез полнедели, рудобоев по 15 в день, у возки руд — 5, у считания телег — 1, а всего 52 человека“. [2]

Итак, в среднем на 1 т чугуна здесь расходовалось 1.6 т. руды, 1.14 т древесного угля и 3 человеко-дня рабочей силы. Но Невьянский завод — один из лучших и по используемой руде и по оборудованию. На одном из худших, Кыновском заводе, с домной в 14.5 арш. высотою и с дутьем деревянными парными мехами „по старому маниру“, на 1 т чугуна расходовалось 2.7 т руды, 2.0 т угля и 8.2 человеко-дня рабсилы, ибо эта домна давала всего 162 пуда чугуна в сутки при обслуживающем персонале в 22 человека. [3] Как видим, условия производства на разных заводах были очень различные. Менялись они очень изрядно порой и на одном и том же заводе. Например, на Билимбаевском заводе, по Герману, выпуск чугуна из домны бывает в сутки „когда уголь сух и довольно в пруде воды, тогда от 450 и до 600 пуд. и более, а при сырости угля и недостатке воды выплавляется оного по 300 и по 200 пуд.“ [4]

Билимбаевский завод (постройки 1733 г.), вероятно, не раз обновлял свои 2 домны за семьдесят с лишком лет, однако выплавка их повысилась в 1801 г. против штата 1737 г. всего на 21%. Повидимому, существенный предел такому росту полагал не столько размер

[1] В. Кнабе. Чугуннолитейное дело, т. I, стр. 181 и 207. СПб., 1900. Такой производительностью, отмечает Кнабе, не отличались даже крупнейшие коксовые английские домны того времени.

[2] И. Ф. Герман. Описание горных заводов, стр. 145. Екатеринбург, 1808.

[3] Там же, стр. 37—38.

[4] Там же, стр. 21.

доменных печей, строившихся из обыкновенного красного кирпича, часто прогоравших и вновь перестраивавшихся, сколько ограниченные резервы водной энергии, применявшейся для дутья. Как видно из описания, этот фактор и при данном размере домен то и дело снижал их производительность в периоды маловодия — раза в два против нормы и ниже.

Обеспеченность водной энергией на разных заводах была, разумеется, весьма различной. Это явствует хотя бы из следующей справки: на лучших заводах действовали на каждую домну по 3 и 4 чугунных цилиндрических воздуходувки, делавших в минуту от 4 до 14, в среднем 8.5 подъемов поршня, на худших, оборудованных деревянными мехами, установлено было по 2 меха на домну, дававших от 2 до 10, в среднем по 3.7 подъема в минуту. Размер водяных колес колебался от 4 до 11 арш. высоты и от 1.5 до 5 арш. ширины. Средний размер водяных колес, обслуживавших доменные воздуходувки, по описанию Германа, составлял около 5.4 арш. высоты и 2.8 арш. ширины. Водяные колеса в кричном производстве были несколько меньше — в среднем в 4.4 арш. высотой и 2.1 арш. шириной, но и воздуходувки здесь употреблялись более мелкие. Число подъемов их в минуту — 8.5 — было однако больше, чем в доменных цехах. Исходя из технических расчетов, можно принять, что указанным выше размерам наливных колес начала XIX в. соответствует, при прочих равных условиях, мощность — в доменных цехах около 16 HP и в кричных около 10 HP. [1]

В среднем по всем описанным Германом заводам мы имеем такие нормы: на каждую домну в сутки проходило колош от 20 до 56, в среднем около 30; на 1 колошу засыпалось чаще всего руды около 26 пуд., угля — 1 короб (около 20 пуд.); выход чугуна — из 100 пуд. руды 50 пуд., суточный выпуск домны — около 420 пуд.; обслуживающий домну производственный персонал в 2 смены — 26.4 работников, в 1 смену — около 13; в общем на 1 т чугуна расходовалось около 2 т руды, 1.5 т угля, 0.33 т флюса, 3.8 человеко-дня обслуживающего домны персонала и т. д.

В зависимости от размеров годовой выплавки на домну эти показатели колебались в следующих пределах (см. табл. 34).

На крупных заводах удельные расходы материалов и труда падают. Однако в себестоимости чугуна это падение не нашло должного отражения, повидимому, главным образом из-за ненадежности соответствующих данных в нашем источнике. [2]

Для сравнения с приведенными показателями расхода угля укажем, что в Западной Европе к концу XVIII в. на тонну чугуна зигенские

---

[1] См. Бутенев. О вододействующих колесах. Горный журнал, 1838, № 7, стр. 133—134.

[2] У Германа себестоимость в ассигнационных рублях достигает 41.8 коп. за пуд. Мы перевели ее на серебро по курсу 1.51.

Таблица 34

Удельные расходы на 1 тонну чугуна в 1801 г. на Урале

Группы заводов по годовой выплавке чугуна на 1 домну	Число заводов	Годовая выплавка чугуна на 1 домну в тоннах	Расход на 1 т: руды (в тоннах)	Расход на 1 т: угля (в тоннах)	Расход на 1 т: рабсилы в днях	Себестоимость 1 т чугуна в рублях серебром
1	2	3	4		5	6
1. До 50 тыс. пуд.	7	584	2.42	1.96	5.44	16.0
2. От 50 до 100 тыс. пуд. .	21	1278	2.01	1.50	3.94	16.8
3. „ 100 до 150 тыс. пуд.	15	1980	1.83	1.37	3.78	17.5
4. Свыше 150 тыс. пуд. . .	6	2840	1.83	1.37	3.23	15.9
	49	1620	1.95	1.48	3.83	16.9

доменные печи расходовали 1.6 т угля, штирийские — 2.75 и краинские — свыше 4 т, т. е. значительно больше русских.[1]

По кричному производству в материалах Германа мы находим следующие данные. Кричные горны клались из обыкновенного кирпича, но чаще всего внутри обкладывались снизу и с боков чугунными плитами. Размеры их колебались довольно широко: по глубине — от 6.5 до 12 верш., по ширине — от 16 до 24 верш., по длине — от 16 до 26 верш., по объему — от 0.19 до 0.46 куб. м. На разных заводах в соответствии с этим загружалось в горн на 1 крицу от 10 до 15 пуд. чугуна, а лома даже до 24 пуд. На обработку крицы требовалось чаще всего 7—8 часов, но иногда это время снижалось и до 2.5 часов. У одной крицы работало обычно 3 человека — мастер, подмастерье и работник; средняя выработка этой бригады в смену составляла 13.6 пуд. с колебаниями от 10 до 16 пуд. Чаще всего на 1 молот приходилось 2 горна и, стало быть, два мастера в каждую смену — и тогда сменная выработка мастеров снижалась; при наличии отдельного молота на каждого мастера — она повышалась. На В.-Алапаевском заводе действовали, например, такие нормы: „каждые 2 мастера на 2 горнах под одним молотом в седмицу выковывают разносортного железа по 60 и по 70 пудов, а всякий мастер под одним молотом — от 90 до 100 пудов“.[2]

---

[1] В. Кнабе. Чугуннолитейное дело, т. I, стр. 207.

[2] Герман. Описание заводов, стр. 167, 169.

Группируя заводы по размеру годовой продукции кричного железа на 1 действующий молот, мы получаем сводку за 1801 г., помещенную в табл. 35. По нескольким заводам, впрочем, за отсутствием данных за 1801 г., нам пришлось в этой сводке использовать данные 1802 г. В число рабочих по большинству заводов не включены запасные мастеровые, сторожа, носильщики и т. п. вспомогательный персонал, составляющий не менее 25% основного, а иногда и много больше. Суточная выработка и удельные расходы на тонну полосового железа представляют собою средние нормативные данные. Деление годовой выработки на суточную дает продолжительность рабочего года. Она очень низка, и это заставляет предполагать, что суточные нормы выработки преувеличены. Возможно, однако, что часть года те же рабочие на том же оборудовании занимались переработкой полосового железа в сортовое, дощатое и т. п. Известное подтверждение этому можно усмотреть и в повышенной себестоимости железа, по некоторым заводам значительно превосходящей средние нормы для данной группы заводов.[1] Впрочем, диапазон колебаний этой себестоимости очень велик и по другим причинам. Например, частные заводы платили с 1800 г. по 12 к. пошлины с пуда чугуна, которая перекладывалась на пуд кричного железа, в сумме не менее 17—18 к. на пуд, а казенные не платили ее. Доменные заводы не расходовались на доставку чугуна, а пользующиеся дальнепривозным чугуном с других заводов несли по этой статье большие расходы и т. д. Поправку на пошлину к „истинной цене" казенных заводов мы включили в итог соответствующей группы. Но достигнуть сравнимости этих итогов и во всех других отношениях у нас не было возможности. Тем не менее полученная табличка довольно показательна (см. табл. 35).

В приведенной таблице наиболее сомнительны данные о себестоимости продукции. И не только потому, что за отсутствием данных по некоторым заводам за 1801 г. нам приходилось их брать за соседние годы и экстраполировать, а главным образом потому, что частные предприниматели едва ли очень охотно давали казне достоверные сведения по этому вопросу. Вернее всего, что они их преувеличивали, укрывая рентабельность своих предприятий. Однако наличие у горного надзора довольно достоверных калькуляций по казенным заводам не позволяло частным предприятиям допускать в этом отношении очень большие отклонения от истины.

В 1801 г. счет шел на ассигнации, и 94 к. ассигнациями при курсе в 1.51 составляли около 62 к. за пуд на серебро. На казенном Екатеринбургском заводе в 1801 г. железо без пошлины обходилось в 78.3 к.

---

[1] Для очистки от таких сомнительных данных мы исключили из учета показания о себестоимости свыше 1 р. 50 к. за пуд (по 6 заводам), принимая их за „истинную цену" сортового железа.

Таблица 35

Кричное производство железа на Урале в 1801 г.

Группы заводов по годовой продукции на 1 молот	Количество			Производственные рабочие у молотов	Годовая продукция железа в тыс. пуд.		Себестоимость продукции кричного железа		Выработка 1 мастера в пуд. за неделю	Число суток действия кричных „фабрик“	Удельные расходы на 1 т железа		
	заводов	действующих молотов	горнов		общая по всем заводам	на 1 действующий молот	общая в тыс. руб.	на 1 пуд в коп.			чугуна в т	угля в т	рабсилы в днях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. До 3 тыс. пуд.	8	36	43	246	69	1.9	72	104	72.5	70	1.45	3.0	15.2
2. 3—6 „ „	19	152	193	1266	719	4.7	675	94	76.0	134	1.44	3.1	14.5
3. 6—9 „ „	27	187	303	2112	1385	7.4	1292	93	80.6	147	1.43	3.2	13.6
4. 9—12 „ „	23	149	261	1800	1538	10.3	1450	94	83.4	185	1.43	2.9	13.2
5. Свыше 12 т. пуд.	10	36	104	672	784	14.0	722	92	94.2	223	1.38	3.1	11.7
Итого . .	87	580	904	6096	4495	7.8	4211	94	81.6	163	1.42	3.0	13.5
В том числе Екатеринб. заводы . .	1	9	10	54	51.4	5.7	40.3 + 9.2	78 + 18	80.0	220	1.50	3.5	13.7

ассигнациями за пуд, с пошлиной это составило бы до 96 к. ассигнациями, или 64 к. серебром за пуд при несколько более низкой производительности труда и бо́льших затратах чугуна и угля по сравнению с партикулярными заводами. Разница в 1 к. на пуд железа при этих условиях, по сравнению со средней себестоимостью по всем заводам, вполне закономерна и попутно подтверждает правдоподобность этой последней. В сопоставлении с данными 1767 г. себестоимость чугуна и железа к началу XIX в. сильно возросла. В среднем по всем заводам мы имеем такой рост (в коп. серебром за пуд):

Годы	Чугун	Железо
1767	15.2 к.	37 к.
1801	27.7	63 „
Прирост	82%	70%

Надо думать, что это повышение себестоимости связано с удвоением номинала плакатных ставок принудительного заводского и внезаводского труда с 1774 (после Пугачевского бунта) по сравнению с нормами до 1767 г., с повышением попудного сбора с 8 до 12 к. с пуда чугуна и общим ростом дороговизны. Во всяком случае, оно отнюдь не вытекало из технических условий производства, ибо технический прогресс за это время, хотя и в замедленных формах, наблюдался в металлургических процессах, и производительность труда росла.

Заслуживает внимания, что в начале XIX в., по Герману, на всех уральских заводах, помимо других материалов, учитывались и очень большие расходы хлеба для снабжения заводских рабочих. В общем итоге, по 64 заводам с годовой продукцией 5.1 млн. пуд. чугуна и 3.26 млн. пуд. железа, потребность в материалах выражалась в следующих числах: дров куренных 416 тыс. саж., мелких 85.6 тыс. саж., угля — 1101.7 тыс. коробов, бревен — 219 тыс. шт., флюса 1690 тыс. пуд., деньгами 3259 тыс. руб. и хлебом — 1804 тыс. четвертей (?). В каких единицах измерялся хлеб, в источнике, впрочем, не обозначено, но обычной мерой того времени была четверть. При крайне низких нормах денежной зарплаты эта натуральная надбавка была, повидимому, совершенно неизбежной.

Данные Германа о составе рабочей силы на уральских заводах к началу XIX в. чрезвычайно отрывочны и неоднородны. Основные кадры „мастеровых“ подразделялись на казенных, собственных, „вечно отданных“ и „вольных“. Сверх мастеровых в работах, главным образом по заготовкам дров, угля и возке руды за пределами заводов, принимали участие „собственные“ и „приписные государственные крестьяне“. „Мастеровые“ подразделяются у Германа на мужчин и женщин примерно в равном числе, но в работе из них обращались фактически только мужчины, да и то не все. Например, на самом крупном по числу мастеровых Невьянском заводе числилось 4111 мужч. и 4958 женщ., а всего 9069 „мастеровых“, из которых „в работе обращалось“ только

2089 чел. По некоторым заводам „в работе обращается“ как будто бы все учтенное мужское население, напр., на Н.-Тагильском заводе учтено мастеровых 7321 чел., из них 3597 мужч., в работе обращается тоже 3597 чел. Еще в одном случае по Екатеринбургскому заводу показано всего 244 мастеровых мужчин, которые все обращаются на работе, но в этом случае указано при них жен 199, детей мужского пола 149, женского 232. Из этого заключаем, что в других случаях „мастеровыми“ показаны не только рабочие, но и весь состав их семей. Снабжать хлебом приходилось, конечно, не только рабочих, но и их иждивенцев. Поэтому учитывать приходилось всех едоков. При разделении мастеровых на казенных, собственных и т. д. у Германа по одним заводам распределяются все едоки, по другим — только население мужского пола, по третьим — только „годное к работе“ население. Несмотря на эту пестроту, приведем некоторые итоги и сопоставления.

Всего разбито на 63 заводах по полу 89 527 „мастеровых“, из них мужчин 43 620 (48.7%), женщин 45 907 (51.3%). В отношении разбивки мастеровых по их социально-правовому положению подсчету поддаются данные только по 45 заводам с 17 102 мастеровыми, обращавшимися в работе. Вместе с женами и детьми это составит около 63.5 тыс. душ заводского населения. Из них до 69% на грани XIX в. падает на „собственных“ мастеровых, до 19% — на „вечно отданных“ и свыше 12% — на „казенных“. Вольных рабочих среди мастеровых на этих заводах не значилось. Они использовались здесь, повидимому, лишь на вспомогательных внезаводских и отчасти на рудничных работах. Таких, главным образом сезонных, „вольных“ рабочих на тех же заводах было свыше 4 тысяч. Сверх того, на те же временные работы привлекались „собственные крестьяне“ в количестве 36 893 чел., и было к заводам приписано государственных крестьян мужского пола 20 919 душ. Таким образом, и на казенных, и на частных заводах Урала в это время почти безраздельно господствовал подневольный труд.

Большой расход хлеба на металлургических заводах объясняется тем, что заводоуправлениям приходилось подкармливать им не только своих мастеровых и крестьян, но и рабочий скот. На заводах было порядочно и своих заводских лошадей, — на каждую сотню мастеровых в работе мы насчитали по 45 заводам не менее 6.7 лошадей, — но еще больше требовалось им крестьянских лошадей для лесозаготовок. На одном лишь Катав-Ивановском заводе при 255 мастеровых мужского пола показано у Германа 1787 лошадей, „снабженных из господской суммы“. На Нязепетровском заводе при 248 мастеровых для возки угля и руды содержалось 729, повидимому тоже крестьянских, лошадей и т. д. Фуража для них требовалось не мало, а собственное крестьянское хозяйство заводского Урала, за скудостью посевов и низкой урожайностью, не могло покрыть этой потребности.

О степени концентрации рабочей силы в уральской металлургии можно судить по следующей табличке, составленной нами по данным Германа.

Таблица 36

Концентрация рабочей силы в черной металлургии Урала к началу XIX в.

Группы заводов по числу мастеровых на работе	Число заводов	Обращалось на работе мастеровых		
		на 1 завод	всего	
			абс.	%
1	2	3	4	5
1. До 100 рабочих	14	50	693	2.0
2. От 101 до 250 рабочих	27	169	4552	12.8
3. „ 251 „ 500 „	28	360	10074	28.2
4. „ 501 „ 1000 „	12	680	8158	23.0
5. Свыше 1000 „	7	1720	12050	34.0
Итого	88	404	35527	100.0

Несмотря на то, что по некоторым заводам число мастеровых, обращающихся на работе, нам пришлось определить приблизительно, исходя из общего их числа с членами семей, показательность данной таблицы едва ли может быть оспорена. Она говорит об очень высокой степени концентрации производства в данной отрасли промышленности даже на крепостной стадии ее развития.

Для динамических сопоставлений за первую четверть XIX в. большой интерес представляют отчетные погодные данные за целых 27 лет по Иргинскому доменному заводу.[1] Иргинский завод, построенный в 170 верстах от г. Перми, действовал с 1730 г. Каков был размер старой домны, мы не знаем, но с 1802 г. начала действовать новая домна, высотой от лещади до колоши в 16 арш., шириной в распаре 4.5 арш., повысившая суточный выпуск чугуна против 1801 г. сразу чуть ли не вдвое. Принимая вес короба угля в 20 пуд. и переводя пуды на тонны, мы получаем по названному заводу такую динамику (см. таб. 37).

[1] А. Кнауф. Замечания о проплавке кричных соков в доменных печах. Горный журнал, 1828, № 4, приложение.

Таблица 37

Доменная печь Иргинского завода

Годы	Число дней действия печи	Годовой расход в т		Выплавлено чугуна в тоннах		Удельные расходы на 1 т чугуна	
		руды	древ. угля	за год	в сутки	руды	угля
1	2	3	4	5	6	7	8
1801	208	1820	1755	726	3.45	2.51	2.42
1802	212	3000	2445	1130	5.33	2.65	2.16
1803	173	3580	2510	1364	7.88	2.63	1.84
1804	237	4200	3270	1545	6.52	2.72	2.12
1805	193	3970	2960	1472	7.63	2.69	2.00
1806	194	4100	2870	1500	7.73	2.73	1.91
1807	169	3520	2425	1255	7.42	2.81	1.93
1808	186	3260	2375	1153	6.20	2.82	2.05
1809	124	2500	1595	1020	8.21	2.45	1.56
1810	113	1805	1172	744	6.58	2.43	1.57
1811	131	1680	1204	700	5.35	2.40	1.72
1812	186	2980	1715	1174	6.30	2.54	1.46
1813	204	3245	1910	1290	6.32	2.52	1.48
1814	154	2895	1605	1057	6.85	2.74	1.52
1815	176	3240	1915	1300	7.38	2.49	1.47
1816	207	3660	2070	1550	7.48	2.36	1.33
1817	135	2000	1127	848	6.27	2.36	1.33
1818	160	2355	1442	942	5.88	2.50	1.53
1819	110	1710	1082	692	6.28	2.47	1.56
1820	156	2485	1632	847	5.43	2.93	1.93
1821	109	1880	1262	749	6.87	2.50	1.69
1822	246	3430	1775	1378	5.60	2.49	1.29
1823	230	3170	1745	1254	5.45	2.53	1.39
1824	169	3045	1610	1200	7.10	2.54	1.34
1825	217	3840	2025	1456	6.70	2.64	1.39
1826	229	4100	2300	1728	7.55	2.37	1.33
1827	283	5500	2848	2360	8.34	2.33	1.21
1801—27	182	3076	1947	1201	6.61	2.56	1.62

Несмотря на большие погодные колебания во времени действия и продукции домен — очевидно в связи с условиями снабжения водной энергией, — известный прогресс за изучаемый период как-будто можно отметить и в снижении удельных расходов руды и угля, и в продолжительности годовой работы печи, и в объеме ее продукции. Но прогресс этот весьма скромный. Если исключить 1801 г. действия старой домны и рекордный 1827 г. для новой, а остальные разбить по пятилетиям, то получим такой ряд:

Таблица 38

Период действия	Число дней действия	Выплавка чугуна в тоннах		Удельные расходы на 1 т чугуна	
		за год	в сутки	руды	угля
1802—1806 гг.	202	1402	6.94	2.69	2.0
1807—1811 „	143	974	6.79	2.62	1.8
1812—1816 „	185	1274	6.89	2.51	1.45
1817—1821 „	134	815	6.08	2.54	1.61
1822—1826 „	218	1403	6.43	2.50	1.35

В этом ряду уже не заметно никакого прогресса в объеме продукции. Но удельные расходы руды все же снизились с 1802—1806 гг. с 2.69 до 2.5 т на тонну чугуна (—7%), а расход угля — с 2.0 до 1.35 т, т. е. на 32,5%.

Успехи последнего пятилетия в снижении удельных расходов угля, может быть, связаны с улучшением техники дутья. „В 1822 г., — гласит источник, — двуроговое сопло переменено на одинакое и действует по сие время“. В качестве другого новшества, нашедшего здесь применение с того же 1822 г., можно отметить прибавку к проплавляемой руде около 10% по весу богатых железом кричных шлаков. Обслуживавшая домну воздуходувная машина состояла из 4 двоедувных цилиндров, 22 верш. в поперечнике. „Подъем или ход поршней равен 1½ арш.; в минуту совершается от 8 до 10 оборотов, смотря по надобности, следовательно, количество воздуха, вытесняемого сею машиною в минуту, составляет от 1800 до 2250 куб. футов при постоянном давлении $1^3/_8$ фунта на квадратный дюйм, наблюдаемом всегда по духомеру“.[1]

Примерно к тому же времени, а именно к 1826 г., относится еще один заметный шаг вперед в технике русской металлургии. Мы говорим о первых опытах применения прокатки кричного железа на специальных

[1] А Кнауф. Цит. работа. Горный журнал, 1828, № 4, стр. 77.

прокатных станах вместо прежней его отковки для отжима от шлаков под молотами. Первый прокатный стан для прокатки свинцовых полос был описан Леонардо да Винчи еще в 1495 г. Но в металлургии железа идея проката очень долго не находила себе применения хотя бы вследствие слишком мелких масштабов кричного производства железа. Прокатка уже отжатого железа для передела в мелкое шинное и полосовое производилась, впрочем, у нас в России на так называемых плащильных или плющильных станах еще в 1723 г.

В штате 1737 г. тоже встречаем на Екатеринбургском заводе „машинную разрезную и плющильную" мастерскую, где на „стальных валках" плющилось железо на заварные обручи, на крюки и запоры оконные, на гвозди (заготовка) и т. п. мелкое полосовое и шинное железо. Кровельное железо в 1737 г. еще ковалось вододействующими молотами, проволока тянулась через доски клещами, [1] гвозди ковались вручную. В числе рабочих названной машинной мастерской значились „к точению кругов и валков стальных по 12 р. 96 к. — 2 работника". Это, повидимому, первое упоминание о токарях по металлу в русской промышленности. В описании Нижнетагильского завода Демидовых около 1770 г. упоминается „плащильная к болванению досчатого железа" машина. Говоря о постройке на этом заводе „новой машины", Паллас отмечает, что она должна посредством четырех стальных валов плющить четырехугольные железные полосы в 1 дюйм толщины. [2] „Плющильная машина, вырабатывающая листовое железо", т. е. первый листопрокатный стан, появилась у нас, повидимому, только в конце XVIII в. на Александровском заводе в Петрозаводске, где директором был известный специалист — иноземец Гаскоин. Но применение прокатных станов с калиброванными ручьями для выделки самого железа из криц, известное за границей еще с 1783 г., нашло себе место у нас впервые только в 1826 и 1827 гг. на Александровском чугунно-литейном заводе в Петербурге.

Описывая успешность нового „английского способа выделки железа", А. Кнауф замечает, что по этому способу „каждый кусок железа, как оный от рассечки крицы получается, может быть выделан под вальками катального стана в обыкновенную образцовую полосу менее нежели в минуту, вместо того, что под молотом для работы сей требуется времени почти час". [3]

---

[1] На Н.-Тагильском заводе в 1776 г. работало 5 пар тягольных клещей для протягивания сквозь доски проволоки, причем из 30 пуд. железа при расходе 5 коробов угля и 1 пуда сала на смазку выходило от 15 до 18 пуд. железной проволоки.

[2] П. С. Паллас. Путешествие по разным местам Российского государства, 1770 ч. II, кн. 1, стр. 253.

[3] А. Кнауф. Известие об опыте, произведенном при С.-Петербургском Александровском чугунолитейном заводе, с примечаниями об английском способе выделывания железа. Горн. журн., 1827, кн. IX, стр. 94—106.

Подводя итоги 19-недельных опытов 1826—1827 г. на Александровском заводе, Кнауф дает подробный расчет экономии в материалах и рабочей силе за счет нового метода отжима кричного железа. По его расчету, один прокатный стан в сутки выделывает до 1100 пудов железа, требуя для своего обслуживания не более людей, чем при одном кричном горне, т. е. 3 человек в смену.

На одном кричном горне проварка и отковка давала, по Кнауфу, в 1826 г. за 6 рабочих дней, или седмицу, от 150 до 170 пуд. полосового железа в две смены или около 80 пуд. в смену, а при отказе от отковки молотом эта продукция повышалась до 326 пуд. в две смены или 163 пуда в смену проваренного кричного железа. „В течение года считается 40 полных седмиц, и потому наибольшая выковка, которую принять можно, полагая по 170 пуд. в седмицу, составит в год на каждый горн и молот 6800 пудов". При введении проката вместо отковки каждый прокатный стан заменяет почти 20 горнов. Правда, прокатное полосовое железо „никогда не имеет той прямизны, какая требуется при продаже оного", вследствие чего прокатанное железо еще один раз нагревается в особой печи и выпрямляется под молотом. Печь эта прокаливает до 1200 пуд. железа в сутки и поглощает дров не более, чем требуется их для выжига 1½ короба угля. А в общем по старому способу на 1 короб угля выделывалось не свыше 8 пуд., а по новому — 12 пуд. полосового железа. Угар кричного железа в проварке составляет 11%. Принимая, что по всей России в его время ежегодно выковывалось до 5 млн. пуд. железа, Кнауф дает такой расчет экономии:

	Потребность	
	по старому способу	по новому способу
I. Угля (коробов)	625000	416666
II. Рабочей силы (годовых работников):		
1. На проварку (426 кричн. горнов)	2556	2556
2. На отковку (309 кричн. горнов)	1854	—
3. На прокат (21 прокатный стан)	—	126
4. На выпрямление	—	84
Итого рабсилы	4410	2766

Экономия в угле в 208 334 короба сберегает, по Кнауфу, „по меньшей мере 4000 человек" годовых рабочих [1] или, по нашему счету, не менее 700 тыс. поденщин, т. е. около 3.4 дня на короб угля (около 10 дней на 1 т), включая вывозку угля из лесу. Экономия в производственной рабсиле — 1644 рабочих, или за 40 седмиц 395 тыс. дней, представляет собою несомненно уже гораздо более скромную величину.

[1] Приписные крестьяне отбывали на вспомогательных работах за оброк около 150 дней в году.

Производительность машины, по Марксу, определяется количеством замещаемого ею человеческого труда.[1] В данном случае каждый прокатный стан 1826 г., требуя для своего обслуживания 3 человек в день, вытеснял в процессе отковки 42 чел. в смену, 84 человеко-дней в сутки, 19 тыс. человеко-дней в год и т. д. Зная затраты, овеществленные в производстве этого стана, и нормальный срок его службы, было бы легко получить и отношение сберегаемого каждой машиной труда к ее трудовой стоимости. Но, как видим из данного примера, это отношение еще не дало бы нам полной меры производительности описанного стана, ибо помимо прямой экономии труда в той стадии производства, в которой он функционирует, он дает еще раза в два бо́льшую косвенную экономию труда, овеществленного в поглощаемых данным производством материалах.

К первой четверти XIX в. относятся еще довольно любопытные сведения В. Любарского о доменном производстве. Как видно из его работы, при выплавке чугуна в это время уже большое внимание уделялось составу шихты, комбинированию руд разных сортов в шихте, их качеству и т. д. Из приводимых им опытов на группе Гороблагодатских заводов видно, что в состав шихты вводилось не менее 7—8 сортов руды, причем в каждом опыте испытывалась новая их пропорция. В результате лабораторных испытаний и пробных плавок, продолжавшихся недели по две, устанавливались те или иные практические рецепты. Одним словом, на службу производству привлекалась научная мысль и лабораторный эксперимент. О результативности этих экспериментов можно судить по следующим данным 1818 г.[2]

Таблица 39

Учет доменных плавок на гороблагодатской руде

№ по порядку	Опытные плавки	Высота домны в арш.	Суточная выплавка чугуна в пуд.	Удельные расходы на 100 т чугуна		
				руды	угля	извести
	1	2	3	4	5	6
1	По штатам 1737 и 1765 гг. . . .	до 16	500	167	150	3.3
2	В 1817 г., до производства лабораторных испытаний	16—19	434	178	174	1.6
3	В 1818 г., после лабораторных испытаний руды (8 сортов) . .	19	502	162	135	1.9
4	В ноябре 1818 г., после лабораторных испытаний руды (7 сортов)	19	540	167	133	1.7

[1] К. Маркс. Капитал, т. I, 1923, стр. 369: „...производительность машины измеряется той степенью, в которой она замещает человеческую рабочую силу," или, иными словами, „разницей между трудом, которого она стоит, и трудом, который она сберегает".

[2] В. Любарский. Доменное чугуноплавильное производство на уральских заводах. Горн. журнал, 1826, кн. XII.

Штаты 1737 г. и „положение“ 1765 г. были, как видно, составлены слишком оптимистично, и практика до 1817 г. их не оправдывала. Но лабораторные опыты позволили даже превзойти штатные нормы. И не только в отношении угля, но и в отношении руд, ибо штаты были рассчитаны только на лучшие благодатские руды, а в плавках 1818 г. они шли с порядочной примесью худших руд (балакинских и малоблагодатских с содержанием всего от 40 до 45% железа) и подрудка.

Давая в своей работе чертеж „наиболее употребляемой“ на Урале доменной печи, высотой в 19 арш. и в распаре до 4 арш., Любарский замечает, что к 1826 г. домны стали строить уже до 21 арш. высотой. „Дутье производится здесь, — по его словам, — во всех заводах цилиндрическими однодувными мехами, действующими посредством водяных наливных колес, кои помощью зубчатых колес приводят в движение коленчатые валы (змеи, по-здешнему), которые посредством шлангов движут коромысла, а к сим с другого конца с параллелизмом движения присоединены поршневые стержни (по-здешнему — тяги), движущие самые поршни (по-здешнему — патроны) цилиндров“. Внутренний диаметр каждого цилиндра — 1 арш. 13 верш., высота подъема поршня — 2 арш. 14 верш., число подъемов поршня в минуту — от 5 до 9, примерно по 2 подъема на каждый оборот водяного насоса. Выпуск чугуна при этом производился уже не дважды, как в XVII в., а до 4 раз в сутки. „При действии каждой доменной печи обращается работников 9 человек и сверх того 1 мастер“. Из них при горне — 1 подмастерье и 2 работника, при колоше — засыпка и подсыпка, 2 углевозчика на 2 лошадях и 2 угленосчика. „Сверх того в денной работе употребляются два шлаковоза с одной лошадью для вывозки шлака в отвал и два чугуновоза также с особенной лошадью для перевозки выплавленного чугуна“. „К смотрению за действием мехов определяются особенные люди“.[1]

К указанной рабочей силе следует еще прибавить труд по измельчению и разборке руды. Обжиг руд производился в открытых кучах, при рудниках, а дробление перед проплавкой до величины грецкого ореха — чугунными ручными молотами на чугунных плитах — при заводах. „Каждый взрослый работник должен измельчить или разбить в день (12 часов) 100 пудов“.[2] Таким образом, на суточную выплавку в 9 т чугуна расходовалось в 1818 г. только на дробление руд 9 человеко-дней, да на выплавку 23 человеко-дня и 6 коне-дней, не считая обслуживающего труда.

О годовом сроке действия этих домен Любарский, к сожалению, не сообщает точных данных. Но в другом источнике того же времени читаем: „При Кусинском заводе в годичное действие домны, т. е.

---

[1] В. Любарский. Цит. работа, стр. 73, 77—78, 108—110, 114.

[2] Там же, стр. 71.

в одну задувку, продолжающуюся 7 и 8 месяцев, проходит колош до 8000.[1] Таким образом, и в 1827 г. домны работали обычно непрерывно не свыше 8 месяцев. Да и в этот промежуток в маловодье, из-за повреждений плотины и т. п. аварий, происходили существенные задержки в выплавке, иной раз до трех месяцев, причем уголь все время подсыпался в домну для поддержки медленного горения, но дутья не производилось.

Общий масштаб годовой продукции черной металлургии в России с 20-х годов XIX в. достигал следующих размеров (в млн. пуд.):[2]

Годы	Чугун	Железо
1822—1824	8.96	6.1
1825—1827	9.06	—
1828—1830	11.09	—
1831—1833	10.52	—
1834—1836	10.52	—
1837—1839	10.95	6.73
1840—1842	11.02	6.97
1843—1845	11.44	7.40
1846—1848	11.85	8.37
1849—1851	12.64	9.45
1852—1854	13.92	11.4
1855—1857	15.95	10.7
1858—1860	17.63	12.24

Собранные из разных источников, эти отрывочные данные едва ли очень полны и вполне сравнимы. Тем не менее, они отчетливо рисуют нам весьма медленный темп роста дореформенной металлургии. В приведенных суммарных итогах не показана роль отдельных районов. Отметим поэтому, что на долю Урала по чугуну в 1860 г. приходилось из 17.6 млн. пуд. 14.5, т. е. 82%, а на всю остальную Россию (без Польши и Финляндии) — 3.15 млн., пуд., или 18%, в том числе по югу России — круглый ноль. „В 1793 году, — сообщает М. Дженпев, — когда вывоз железа из России достиг высшего предела, именно 2.9 млн. пуд., было выплавлено 5 608 830 пуд. железа.“ [3] В 1801 г. на Урале, по Герману, выплавка чугуна составляла свыше 7.4 млн. пуд., а с прибавкой на прочие районы по норме 1860 г. (18%) общий итог по России

[1] Ахматов. О проплавке кричных соков в доменных печах. Горн. журнал 1827 г., кн. VII, стр. 69.

[2] В. Пельчинский. О состоянии промышленных сил России. СПб., 1833, стр. 53—54. — М. Дженпев. О железной промышленности в России. Вести. промышленности„ 1859, № 7, стр. 1—2 и 4—5. — А. П. Кеппен. Историко-статистический обзор промышленности России“, СПб., 1882, гр. IV, стр. VIII—XI. — Сборник стат. сведений о горяозав. пром. в России в 1908 г. СПб., 1917, ч. I, стр. 387—403 (данные со включ. Польши и Финляндии).

[3] М. Дженпев. О железной промышленности в России, Н.-Новгород, 1858, „Вести. промышленности“, 1859, №№ 6 и 7.

составил не менее 9 млн. пуд. чугуна. Таким образом, с начала XIX в. до падения крепостного права продукция чугуна и железа едва удвоилась, что соответствует среднему приросту менее 1% за год, а за первую четверть века и вообще можно отметить отсутствие какого-либо прироста.

О том же застое свидетельствует и динамика цен за соответствующий период. По „СПб. прейс-куранту, изд. Коммерц-коллегией" полосовое железо (марки „нов. соболь лучшее") стоило в 1803 г. — 1 р. 21 к., в 1823 г. — 1 р. 23 к. и в 1853 г. — 1 р. 24 к. серебром. По другому источнику, средние биржевые цены в СПб. на полосовое железо (не указано каких марок) имели такую динамику (см. табл. 40).

Таблица 40

Биржевые цены полосового железа в Петербурге [1] в коп. за пуд

Годы	Цены за пуд		Годы	Цены за пуд	
	номинальная	в серебре XIX в.		номинальная	в серебре XIX в.
1	2	3	4	5	6
1724	1.50	1.72	1833	5.00	1.39
1731	1.00	1.15	1842	1.25	1.25
1760	1.65	1.90	1845	1.30	1.30
1766	0.72	0.72	1848	1.30	1.30
1774	0.82	0.82	1851	1.25	1.25
1795	1.60	1.10	1856	1.30	1.30
1803	1.90	1.52	1859	1.55	1.55
1814	3.00	0.76	1861	1.70	1.70
1820	6.00	1.60	1863	1.70	1.70
1824	4.40	1.18	1864	1.71	1.71

Конечно, цены на заводах были много ниже и повышались до указанных норм в СПб. за счет высоких транспортных издержек. [2] Но существенно то, что в течение целого полувека, несмотря на значительные колебания, они в общем топтались на месте как по железу, так и по чугуну (70 к. серебром за пуд). В то же время средняя цена железа упала в Англии с 87 к. за пуд в 1836 г. до 43.5 к. в 1840 г., в Шотландии с 63.7 к. в 1836 г. до 21.3 к. в 1851 г. и т. д. Понятно,

[1] См. Скальковский. Цены полосового железа в Петербурге, Горн. журнал, 1865, т. III, стр. 277—281, и курс ассигнаций у Н. Бржеского. Госуд. долги России, СПб., 1884, табл. стр. 4—5. Серебряные рубли до 1763 г. содержали на 15% больше чистого серебра, чем в последующий период (4.85 и 4.22 золотника).

[2] В конце XVIII в. доставка железа с Урала в Петербург стоила около 30 к. серебром на пуд. — Кнабе. Чугуннолитейное дело, стр. 211.

что застой в ценах в России вытекал из застоя в технике производства в условиях принудительного труда. А на Западе падение цен отвечало прогрессу техники и связанному с ним быстрому росту производства. Для примера укажем, что в Англии за 30 лет — с 1820 г. по 1851 г.— выковка железа возросла с 21.6 до 139.6 млн. пуд., т. е. на 545%, в то время как в России примерно за те же 30 лет она повысилась с 6 до 10 млн. пуд., или на 67%, т. е. росла раз в восемь медленнее, чем в Англии.

Таково различие темпов развития капитализма и феодализма.

Еще слабее, чем чугун и железо, развивалось производство стали. Его выработка в 1822 г. на казенных заводах составляла всего 18.8 тыс. иуд., а к 1830 г. она не только не выросла, а даже упала почти вдвое — до 9.5 тыс. пуд.

Объясняется последнее обстоятельство крайней дороговизной производства стали методами тех времен. Напомним, что по штатам 1723 г. даже сырая сталь (уклад) в трудовой оценке обходилась в 2.67 раз дороже железа, а чистая сталь — в 6.14 раз дороже.

Правда, в это время сталь производилась еще из уклада, а уклад — главным образом из железных обрезков, окалины и т. п. отходов с примесью чугуна, причем на выработку тонны чистой стали из чугуна требовалось по табели 1723 г. в Екатеринбурге 3.8 т чугуна, 53.1 т угля и 346 дней производственного труда. Большим шагом вперед был переход лет через 60 к выделке стали непосредственно из чугуна. Но на этом успехе дело и замерло еще на больший срок.

В 1785 г. в Пермском наместничестве была построена специальная Пышминская фабрика стали, где плавка стали производилась непосредственно из чугуна „по штейермаркскому способу“. [1] На Пышминской фабрике к концу XVIII в. действовало 14 горнов с вододействующими деревянными и кожаными мехами, из которых на 8 горнах делалась из чугуна *сырая* сталь, или т. наз. двойной чугун. А затем на остальных горнах этот двойной чугун, или плав, переделывался на перечищенную полосовую сталь. При полном действии фабрики во весь год (240 раб. дней) употреблялось от 14 000 до 15 000 пуд. чугуна, из него выходило около 6000 пуд. сырой стали, а из сырой — до 4000 пуд. разных сортов перечищенной. На выплавку и очистку такого количества стали требовалось около 6000 коробов угля, каждый по 20 пуд. Получение сырой стали распадалось на два процесса: проплавку чугуна в крицы и затем проварку этих криц. За 12 часов мастер с одним работником проплавлял на 1 горне от 12 до 15 пуд. чугуна, получая ебычно из него 2 крицы весом от 2 до 4 пуд. в каждой или в общем 5—6 пуд. Дополнительная проварка этих криц требовала еще до 50%

[1] Г. Герман. Краткое известие о Пышминской стальной фабрике. Труды Вольн. эконом. общ., кн. XVIII, стр. 101—120, СПб., 1793.

того времени, какое затрачивалось на проплавку чугуна. Из сырой стали мастер с работником в месяц или 20 работных дней делали до 50 пуд. очищенной стали в четверогранных полосах, в год при двух сменах на одном горне — от 1000 до 1200 пуд.

В общем на 1 т чистой стали здесь расходовалось 3.7 т чугуна, 3 т песку, 30 т древ. угля и на менее 146 человеко-дней производственного труда. С пересчетом на труд указанных материалов и добавкой накладных расходов итог получился бы огромный. И потому даже в XIX в. с новым методом еще во многих местах конкурировал старый.

Для производства по старому методу уклада в начале XIX в. Герман дает, например, такое описание по Билимбаевскому заводу: „Горнов колотушечных 2, молотов 1. При оном горне происходит дело уклада; для сего кладут по малой части в горн от лопаточного железа обрезки и от железа обломки, и приводят оные в горну в растворение посредством мехового ветра; сию плавь, выпущая из горну, паки кладут оной по 2 пуда в горн, и делается из нее крица, кою разрубают на 2 куска и оные, взваривая в горну, тянут под молотом на уклад, и таким порядком поступая, 2 мастера сменяются через 12 часов, а каждый мастер в одну смену выделывает того укладу от 2 до 2½ пуд., в неделю от 12 до 15 пуд.; оба мастера в неделю делают от 24 до 30 пуд.“ [1]

В 1837 г. „Горный журнал“ сообщает „о приготовлении литой стали“ на Златоустовском заводе по новому методу — „в воздушных печах, в горшках“. „Артель, состоящая из мастера, двух подмастерьев и двух работников (по этому сообщению), приготовляет в день до 9 пуд. литой стали, употребляя с потерями до 9½ пудов железных и стальных обсечков и до 8 коробов угля“. Проковка стали в полосы производилась при этом под хвостовым молотком весом в 2½ пуда, нагрев — в горне подобном кузнечному, но большего размера. Нагрев при проковке—от 4 до 8 раз. Артель протягивает в день до 9 пуд. литой стали. Средняя себестоимость за 1830—1836 гг. составляла 12 р. 61 к., продажная цена на Нижегородской ярмарке — 19 р. 20 к. за пуд ассигнациями. В переводе по среднему для этих лет курсу на серебро (3.64) получается цена за пуд стали 5 р. 27 к., себестоимость — 3 р. 46 к. Годовая выработка литой стали по фабрике составляла всего 650 пуд. [2]

Подробную калькуляцию производства выварочной стали на том же Златоустовском заводе находим в другой работе, опубликованной в 1848 г. [3]

Здесь в сырцовом отделении стальной фабрики было 7 огней, молотов шейных также 7. При каждом горне работали: мастер, 2 под-

[1] Ив. Герман. Описание горных заводов. Техн. журнал, 1807, т. IV, ч. 2, стр. 73—79,

[2] Аносов. О приготовлении литой стали. Горн. журнал, 1837, кн. 1, стр. 94—101.

[3] Венцель. Описание стального производства в Златоустовском заводе, стр. 93—193. СПб., 1848.

мастерья и 1 работник, сдавая в месяц за 24 рабочих дня сырой стали 200 пуд. В другом отделении, где сталь рафинируют, т. е. протягивают в полосы бруски сырой стали, разбивают их на части, складывают вместе однородные части полос, проваривают в горнах и снова протягивают под колотушечным молотом,—было 13 огней и 7 колотушек. Готовая сталь изготовлялась двух сортов: одновыварная и двухвыварная. При каждом горне работали 1 мастер, 1 старший подмастерье, 2 младших и 2 работника и обязывались сдать за 24 дня одиовыварной стали (более твердой, но менее упругой) 240 пуд. или двухвыварной — 80 пуд.

Сдельные расценки с пуда стали при этом составляли в коп. серебром:

	Сырой	Одиоговыварной	Двухвыварной
Мастеру	11.6	10.0	29.8
Старшему подмастерью	8.1	6.6	20.3
Младшему подмастерью	5.1	4.9	14.9
Работнику	2.8	2.3	6.5

Из расчета на пуд стали получались такие удельные расходы:

Статьи расхода 1848 г.	Сырая сталь	Одновыварная	Двухвыварная
I. Материалы в пудах:			
1. Чугун штыковой	1.67	—	—
2. Железные обрезки	0.14	—	—
3. Сталь сырая	—	1.50	2.02
4. Уголь древесный	6.91	6.92	16.0
II. Рабсила в днях	0.48	0.60	1.80
„ в коп.	27.6	30.9	92.8
III. Полная себестоимость 1 пуда	1 р. 15 к.	2 р. 50 к.	(4 р. 20 к.)

Из сопоставления с данными 1837 г., где дело идет, правда о продукции другого качества (литой стали), видно, что трудовые затраты отнюдь не сократились за 11 лет, а даже несколько выросли.

При сопоставлении с данными 1793 г. о Пышминской фабрике, где сталь варилась непосредственно из чугуна, златоустовские нормы 1848 г. тоже не отмечают никакого прогресса. Начисляя все затраты, минуя сырую сталь, на конечный продукт, получаем на тонну чистой стали:

	1723 г. Екатеринбург	1793 г. Пышма	1848 г. Златоуст
1. Чугун штыковой в т.	3.8	3.7	3.7
2. Уголь древесный в т.	53.1	30.0	31.2
3. Производств. рабсила в днях	346	146	152

Качество стали 1793 г. нам неизвестно, и возможно, что двухвыварная сталь 1848 г. в Златоусте обходилась дороже пышминской

1793 г. из-за олее высокого качества. По сравнению же со штатами 1723 г., когда чистая сталь выделывалась из уклада, прогресс имеется очень значительный как в использовании топлива, так и в рабсиле. Правда, в денежном выражении, в результате обесценения рубля, себестоимость стали 1723 г. — 1 р. 79 к. за пуд — даже ниже, чем в 1848 г. но это мало показательно. Хуже то, что и в 1848 г. сталь расценивалась раз в пять дороже железа.

Останавливаясь лишь на важнейших технических достижениях дореформенной металлургии, отметим только следующие три момента: применение горячего дутья в доменном процессе, переход от кричного способа получения железа к пудлинговым печам и первые опыты выплавки чугуна на коксе.

Горячее дутье на Западе начало применяться с 1824 г. В 1834 г., т. е. только через 10 лет, мы встречаем такое описание нового метода.[1] Вдувание в домну вместе с воздухом небольшого количества водяных паров — способ, изобретенный известным немецким химиком Штромайером, — применен был на частном заводе в Пруссии. Доменная печь в 24 фут. вышины со слабым дутьем проплавляла обычно до этого от 150 до 180 центнеров чугуна в неделю. При печи был устроен чугунный ящик, который, будучи наполнен водой, при нагревании вдувает в печь вместе с воздухом горячий пар через чугунную трубку, проведенную в фурму. При этом колоши в печи стали проходить гораздо скорее, и при значительном сбережении горючего материала выплавка поднялась до 400 центнеров в неделю.

Во Франции в 1833 г. из 80 домен действовали нагретым воздухом 20. В Англии в 30-х годах наблюдается уже повсеместное распространение горячего дутья. В России первый опыт на Выксинском заводе Нижегородской губ. имел место в 1836 г. Результаты восьмимесячного опыта на этом заводе: „1) увеличение по крайней мере третью количества полученного чугуна (шлаки почти не содержали железа), 2) уменьшение трети количества потребного древесного угля. Притом качество чугуна нисколько не пострадало“.[2]

Пудлинговые отражательные печи для передела чугуна в сварочное железо изобретены были англичанином Кортом в 1784 г. По сравнению с кричными горнами пудлингование прежде всего резко увеличило масштабы производства железа, что позволило перейти к обработке пудлинговых криц быстро действующими прокатными станами. А во-вторых, оно, допуская замену древесного угля каменным, сберегало много дорогого топлива. Но в условиях крепостного труда на

---

[1] К. Бутенев. Действие водяных паров при вдувании их в доменные печи, Горн. журн., 1834, ч. III, кн. IX, стр. 512—513.

[2] Г. Шерер. Замечания об употреблении нагретого воздуха на Выксинском железном заводе. Горн. журн., 1837, № 4, стр. 149—151.

Урале всякие технические новшества с трудом находили себе применение и очень туго распространялись. Первые опыты применения пудлингования в России относятся только к 1836 г. [1] „В конце пятидесятых годов вообще вместо обыкновенных кричных горнов стали заводить контуазские; затем начали вводить пудлингование и постепенно строить газопудлинговые и газосварочные печи". [2] В 1859 г. на 1141 кричный горн было уже 225 пудлинговых печей. В 1879 г. число пудлинговых печей увеличилось до 262 при сокращении кричных до 541. Как видим, темп вытеснения довольно медленный.

Незадолго до крестьянской реформы нашло себе первое применение в русской металлургии изобретение Бессемера. Как известно первый патент на свое изобретение английский инженер Генри Бессемер получил только в 1855 г., и уже через 2 года, в 1857 г., были произведены первые опыты бессемерования, т. е. продувка чугуна в конверторах воздухом для получения ковкого металла, у нас в России. [3]

Печь Бессемера на Всеволодвильвенском заводе по наружному обмеру достигала 5 фут. 6 дм. высоты и 3 фут. 1 дм. в диаметре. Дутье производилось паровой машиной. Из 16 пуд. спелого чугуна получалось в одну операцию литого железа от 14.1 до 15.4 пуд., а в среднем угар составлял 6.3%. Продолжительность процесса не превышала 20—40 минут. Но после каждых трех операций производилась перекладка огнеупорным кирпичом, которого употреблялось 31.6 пуда на 4 р. 11 к. И поэтому в сутки проходило только по 3 опытных операции, дававших 45 пуд. продукции.

Для управления прибором и паровой машиной требовалось 2 человека, с выплатой им за день 44 к., рабочих для кладки — на 88 к., дров для паровой машины на каждые 45 пуд. металла 1.5 батога [4] на 2 р. 36 к. При полной загрузке паровой машины и непрерывном дутье этот расход составил бы не свыше 1.3 куб. арш. А в общем получилась такая калькуляция:

I. Материалы:

1. Чугуна	48 иуд.	на	16 р. 80 к.
2. Дров	1.5 батога	„	2 „ 36 „
3. Кирпича огнеупорного	31.6 пуд.	„	4 „ 11 „

---

[1] См. об этих опытах на Камско-Воткинском заводе. Горн. журнал, 1843, № 6, а также Милованов. Об испытании соликамского каменного угля при доменном и нудлинговом производствах. Горн. журн., 1855, кн. II, стр. 167.

[2] Кеппен, А. П. Историко-статистический обзор промышленности России. Группа IV, Горн. и солян. промышленность, стр. 72, СПб., 1882.

[3] Описание опытов обращения чугуна в железо по способу Бессемера вв Всеволодвильвенском заводе г. Всеволожского. Горн. журн., 1858, № 1, стр. 36—40.

[4] Батог, по словарю Даля, — местная для Сибири и Пермского края мера, равная 0.5 погонной сажени.

II. Рабсила:			
1. У конвертора и машин . . .	2	чел.	— р. 44 к.
2. У кладки кирпича	4	„	— „ 88 „
III. Амортизация прибора .	—		— „ 33 „
Итого . . .	на 45 пуд.		24 р. 92 к.
	„ 1 „		— „ 55 „

Опыты были признаны вполне удачными, но на долгий срок не нашли себе подражателей.

Для сравнения отметим, что конверторы новейшей конструкции имеют в высоту 6.5 м, в диаметре до 3.25 м, вмещают чугуна от 10 до 15 т, и, при подаче воздуха от 350 до 400 м^3 в минуту, за каждые 8—10 минут продувается садка в 10—25 т. Процесс идет непрерывно; когда один конвертор наклоняется—другой подымается, и дутье, не прекращаясь, подается в другой конвертор.

Наиболее революционное достижение в технологии доменного процесса—мы имеем в виду переход с древесного угля на кокс при выплавке чугуна—особенно поздно было освоено в России. В Англии, за истощением лесных насаждений, усиленные поиски выхода из создавшегося положения начались еще с 1612 г. и увенчались успехом в 1735 г. (Авраам Дерби). В России уральские заводы еще в 1798 г., по тогдашней продукции, были обеспечены лесом (в среднем по 19 заводам, по которым у Германа собраны сведения) на 51 год, из них до 25 лет — 4 завода, от 25 до 50 лет — 5 заводов, от 50 до 75 лет — 7 заводов и на 100 лет — 3 завода, в том числе Каменский завод, уже до того работавший около ста лет (с 1701 г.). При такой обеспеченности лесом Урала немудрено, что там мало думали о замене древесного угля коксом. Больше интереса проявлял к этому делу, в связи с безлесьем, южный район России. Первые неудачные опыты плавки железных руд на местном каменноугольном коксе производились на Луганском литейном заводе, работавшем с 1797 г. на уральском чугуне, еще в 1799 г., а в 1839 г. „Горный журнал“ сообщает о новых, на этот раз удачных, опытах переплавки чугуна в вагранках Луганского завода на грушевском антраците. Выплавка чугуна на коксе в доменном процессе началась только в конце 1859 г. на Бахмутском заводе в Донецком бассейне, да и то без особого успеха.[1]

Большой интерес представляет состояние черной металлургии в России накануне крестьянской реформы 1861 г.

Начнем с некоторых сопоставлений по отдельным заводам и производствам. В доменном производстве любопытно сравнить данные за ряд лет по Каменскому заводу. Мы уже приводили их выше за 1723—1803 гг. За 1860 г. мы располагаем по этому заводу следующими данными.[2]

---

[1] А. П. Кеппен. Назв. раб., стр. 79—80, и Иваницкий. О месторождении антрацита при хуторе Поповом на р. Грушевке. Горн. журн., 1839, ч. III, кн. VII, стр. 25, 32.

[2] Материалы для геогр. и стат. России. Пермская губ., ч. II, стр. 191—195, СПб., 1864.

На заводе вместо одной домны XVIII в. теперь работало уже две. Для дутья в них служило одно водяное колесо в 30 сил, а на случай недостатка воды — паровые меха в 35 сил. Обслуживало эти 2 домны в две смены 39 мастеровых и чернорабочих. Выплавлено из них чугуна за 1860 г. 179 647 пуд. при среднесуточной выплавке каждой домны 456 пуд. Говоря иначе, домны работали всего 196 дней в году. По табели 1723 г., расчет велся на 250 дней действия домны, исключая 2 месяца на ремонт, и годовая продукция домны определялась при 18 человеках обслуживающего ее персонала в 40 200 пуд. Таким образом, дневная продукция 1 доменного рабочего в 1723 г. составляла 8.8 пуда, а в 1860 г.—24.6 пуда, т. е. на 180% больше. Но если разложить этот весьма значительный прирост на все 137 лет, разделяющие сопоставляемые моменты, то темп роста производительности получится очень скромный — менее 1% прироста за год.

Значительный интерес представляют отчетные данные по Лысьвенскому заводу. Этот завод начал работать в 1787 г., с этого времени по 1852 г. доменный корпус трижды перестраивался, последний раз в 1822 г. в виде прямой квадратной призмы в 16 м высоты и 15.2 м в основании; высота домны от лещади до колоши составила при этом 19.5 арш. или 13.9 м, диаметр распара—4.27 м, вместимость домны до фурм — 105 м³. С момента этой перестройки введены следующие технические нововведения: до 1800 г. действовали „древние" клинчатые меха, с 1800 по 1835 г. — призматические, в 1835 г. их заменили цилиндрическими; в 1839 г. введено горячее дутье на две фурмы, в 1845 г. для этой цели начали использовать доменные газы, они же пошли и на обжигание флюсовой извести. Результаты этих усовершенствований за четверть века можно усмотреть из следующего сопоставления:

Таблица 41

№ по пор.	Показатели	До реконструкции дутья (около 1832 г.)	После реконструкции 1847—1851 гг.	Увеличение или экономия в проц.
1	Суточная выплавка в тоннах	6.0	8.1	35
2	Число суток действия домны	183	280	53
3	Удельные расходы на 1 тонну чугуна:			
	а) руды в тоннах	2.86	2.3	20
	б) флюса (извести обожженной) в тоннах	0.5	0.38	24
	в) угля древесного в тоннах	2.48	1.8	27

Экономии в материалах соответствовала, конечно, и не менее значительная экономия в труде за счет повышения суточной продукции

обслуживающего домну персонала. Этот персонал при Лысьвенской домне складывался из следующих категорий на 2 смены.

1. Помощник надзирателя	1	с окладом	49 р. 30 к. в год
2. Мастеров плавильных	2	„ „	13 „ 68 „ „ „ и 19 к. с 1000 пуд. чугуна
3. Подмастерьев плавильных	2	с платой	7.14 к. в день
4. Работников:			
а) у засыпки и выпуска	12	„ „	5.15 „ „ „
б) прочих конных	14	„ „	8.56 „ „ „
в) „ пеших	8	„ „	4.28 „ „ „
5. Учеников плавильных	2	„ „	5.15 „ „ „
6. Подростков (рудобоев и пр.)	23	„ „	2.14 „ „ „
7. Караульщиков	4	„ „	4.28 „ „ „
Итого	68 чел.		

Кроме этого постоянного штата доменного цеха в каждую кампанию расходовалось на перекладку горна 630 поденщин и на разные другие работы 335 поденщин. Сверх денег, в оплату труда выдавался провиант от 2 до 4 пуд. на работника в месяц ценою по 26 к. за пуд, дрова и еще кое-какие припасы. Общая сумма затрат на 100 пуд. чугуна по доменному цеху (без общезаводских накладных расходов) исчислена в табл. 42.

Расчеты этой калькуляции исходят из годовой продукции за 280 дней в 145 тыс. пуд. чугуна и суточной в 520 пуд. на домну. Трудовая оценка руды и угля принята по отчетным данным того же завода, цифры, заключенные в скобки, исчислены приблизительно, исходя из расценки рабочего дня. Как видим, пуд чугуна обошелся здесь цеховыми расходами в 15.6 к. или в 1.18 трудо-дня, а тонна чугуна — в 71.7 трудо-дней. Нужно заметить, что, несмотря на отмеченные выше технические улучшения, затраты труда на единицу продукции по этому заводу очень велики даже по сравнению с нормами XVIII в. Отчасти это можно объяснить ухудшением условий добычи руды и большими расстояниями гужевого подвоза руды и угля к заводу, отчасти злоупотреблением в использовании избытков подневольного труда. Прогресс техники несомненно позволял сократить штаты, но это не делалось, ибо освобожденный избыток рабочей силы все равно пришлось бы содержать за счет заводоуправления. Однако прямое сопоставление отчетных данных по Лысьвенскому заводу со штатами 1723 и 1737 гг. рискованно не только потому, что „штатные“ цифры приукрашивали действительность, но и, главным образом, потому, что они относились к другим заводам и, стало быть, к иным условиям снабжения рудой, углем и пр. А на разных заводах и в XIX в. производительность труда колебалась в очень широких пределах. Например, на Каменском заводе на 1 доменного рабочего в 1860 г. выплавка чугуна достигала, как выше указано,

Таблица 42

Издержки производства чугуна на Лысьвенском заводе в 1850—1851 гг. на 100 пуд.

Статьи издержек	Вес в пудах	На сумму в днях	На сумму в коп.
1	2	3	4
I. Материалы:			
1. Руда с доставкой	231.1	62.5	564.8
2. Флюс	38.5	(4.0)	35.8
3. Уголь еловый и пихтовый	134	23.7	414.7
„ березовый	44	7.3	134.6
4. Камень, кирпич, глина — 150 р. 96 к. в год	?	(1.1)	10.4
Итого		98.6	1160.3
II. Ремонт и амортизация:			
1. Доменного корпуса — 149 р. 22 к. в год	—	—	10.3
2. Воздуходувных машин — 192 р. 13 к. в год	—	—	13.2
3. Инструмент и пр.—124 р. 42 к. в год	—	—	8.5
Итого на 465 р. 77 к.	—	(2.4)	32.0
III. Конная тяга на заводе	—	2.7	11.5
IV. Рабочая сила:			
1. Произв. персонал и присмотр	—	13.10	56.4
2. По перекладке печей и ремонту — 965 дней	—	0.66	6.34
3. Провианту 2247.7 пуд. по 26 к. на 584 р. 39 к.	—	—	40.2
Итого	—	13.77	114.4
V. Налоги (попудный по 2.5 к. и пр.)	—	—	255.2
Всего на 100 пуд.	—	117.5	1562
То же на 1 т.	—	71.7	9 р. 52 к.

24.6 пуда в смену, на Сысертских домнах, с суточной выплавкой в 1100 пуд. и персоналом 86 человек на домну, — 12.8 пуд., а на Лысьвенском — не свыше 7.6 пуд. в смену. Откуда следует, что Лысьвенский завод отнюдь не типичен по уровню производительности для своего

О средней продуктивности домен 1860 г. можно судить прежде всего по их годовой выплавке. Из 152 домен, учтенных в 1859 г., нам известна выплавка чугуна за 1860 г. по 138.[1] По размерам годовой продукции они распределялись следующим образом (в тыс. пуд.):

Таблица 43.

Доменное производство чугуна в России в 1860 г.

Группы заводов по годовой выплавке чугуна на 1 домну	Число		Продукция чуг. в тыс. п.		Установл. мощность двигателей в HP		
	заводов	домен	общая	на 1 домну	по всем заводам: всего	по всем заводам: в т. ч. паровых	на 1 завод
1	2	3	4	5	6	7	8
I. От 2.4 до 50 тыс. пуд.	18	22	615	28	1892	380	105
II. „ 50 „ 100 „ „	33	47	3584	76	5964	524	181
III. „ 100 „ 150 „ „	18	25	2851	114	4225	251	234
IV. „ 150 „ 200 „ „	17	23	3887	169	4653	601	268
V. „ 200 „ 250 „ „	11	15	3402	223	7928	468	720
VI. Свыше 250 тыс. пуд.	3	6	1872	312	1386	60	462
Итого	100	138	16211	117	26048	2284	263

В эту таблицу вошли 17 заводов с производством только чугуна, остальные производили чугун и железо. Установленная мощность двигателей, стало быть, относится здесь не только к доменному цеху, но и к другим цехам. Выделяя в особую группу заводы с производством только чугуна, мы получили среднюю мощность на 1 домну в 37 HP. Подобные же подсчеты по заводам только с кричными или пудлинговыми печами дали установленную мощность на 1 кричный горн — 24 HP, на 1 пудлинговую печь — 23 HP. Пользуясь этими нормами, мы экстраполировали мощность и по тем немногим заводам, по которым она не указана, при наличии данных об оборудовании.

[1] См. „Памятную книжку для русских горных людей на 1862 г." и такую же „Памятную книжку" на 1863 г., где соответственные сведения, к сожалению, даны по каждому заводу в отдельности без всяких итогов и группировок.

По большинству заводов мы имеем за 1860 г. и количество добытой и проплавленной руды, откуда можно получить среднюю норму расхода руды на тонну чугуна. По нашему подсчету, она равна 2.2 т. О затратах угля у нас массовых данных нет. О рабочей силе данные тоже весьма отрывочны и неоднородны. Средняя годовая выплавка чугуна на 1 домну, составлявшая в 1767 г. 53 тыс. пуд. и в 1801 г. — 98.8, достигла в 1860 г. 117 тыс. пуд., что дает 120% прироста за 93 года.

По заводам Златоустовского округа (Златоустовский, Саткинский и Кусинский заводы) и по Каменскому заводу, за 1855 г., можно привести и более подробные данные. Годовая продукция чугуна, в штыках и припасах на этих заводах при четырех действующих домнах составила 708 тыс. пуд. — по 177 тыс. пуд. на домну. Руды при этом проплавлено 1578 тыс. пуд., угля древесного израсходовано 48 185 коробов по 20 пуд. На 1 т чугуна расходовалось 2.2 т руды, 0.34 т флюсов и 1.35 т угля. Дров куренных в том же году здесь было заготовлено 27.1 тыс. саж., угля выжжено 99.4 тыс. коробов.[1]

Самую крупную выплавку давали 2 домны В.-Салдинского завода но 360 тыс. пуд. или 6 тыс. т, 3 домны Сысертского завода — по 275 тыс. пуд., 1 домна Н.-Сергинского завода — 268 тыс. пуд., 4 домны Н.-Тагильского завода по 242 тыс. пуд. и т. д. Средняя выплавка русской домны того времени колебалась около 1920 т в год. Для сравнения укажем, что в Северной Америке 337 действовавших там в начале 50-х годов XIX в. доменных печей давали ежегодно около 564.7 тыс. т чугуна, т. е. по 1676 т на домну.[2] Как видно из этого, по размеру домен мы тогда еще шли впереди Соединенных Штатов, пытавшихся в те времена, подобно России, сочетать капиталистическую технику с рабовладением.

В производстве железа перед крестьянской реформой шло постепенное вытеснение кричного способа пудлингованием. На первых порах пудлингование, несмотря на большую экономию в топливе и рабочей силе, обходилось дороже кричного способа получения полосового железа, в котором тоже имели место существенные улучшения. Но затем, с удешевлением пудлингового железа, процесс вытеснения пошел быстрее. Первые опыты пудлингования на Воткинском заводе были произведены еще в 1836 г., в следующем году была пущена в ход первая пудлинговая печь на дровах, а с 1838 г. начаты работы и по проварке пудлингового железа в сварочных печах; но в первые годы

[1] Иосса. Отчет о действии Златоустовских и Екатеринбургских заводов в 1855 г. Горн. журн., 1857, № 3, стр. 399—403, и № 4, стр. 100—101.

[2] Горн. журн., 1854, кн. V, стр. 349—354. „Доменное производство, — добавляет к этому источник, — занимающее 20 208 рабочих, доставило чугуна на 12 748.8 тыс. долларов".

проварка шла неудовлетворительно, и в общем еще в 1842 г. на Воткинском заводе мы наблюдаем для кричного и пудлингового полосового железа такие удельные расходы: [1]

Таблица 44

Переделы	Расход на 1 т продукции			
	чугуна	дров	угля	рабсилы в днях
	в тоннах			
I. Пудлинговое железо:				
1. Выделка пудлинговых кусков	1.09	2.72	—	3.94
2. Обжим их	1.11	3.02	—	0.81
В сумме по обжатой болванке . .	1.21	6.00	—	5.19
3. Проварка и отковка в полосы . . .	1.17	0.60	—	6.71
Всего по полосовому железу . .	1.43	7.62	—	11.9
II. Кричное полосовое железо	1.23	—	3.92	13.7

При этом кричное железо обходилось по 46.8 к. за пуд., а пудлинговое — по 64 к. серебром.

В пудлинговую печь загружалось в один прием по 11 пуд., обслуживали ее 3 человека, выгружали через 1 ч. 24 м. и получали в сутки 150 пуд. железных кусков, а в 8-часовую смену — 50 пуд. Обжим лобовым молотом производили 2 рабочих и давали в 12-часовую смену 150 пуд. Проварку и проковку осуществляла артель в 6 чел., давая в 12 ч. до 105 пуд. сортового железа. Доставка с Воткинского завода до Нижнего стоила 12.8 к., до Петербурга — 24.6 серебром, продажная цена полосового железа в Нижнем — 1 р. 17 к., в Петербурге — 1 р. 39 к. тоже в переводе на серебро по курсу 3.5. Эти цены требовали расширения производства, и пудлингование отвечало этой задаче.

Восьмичасовой день при пудлинговых печах недолго удержался, и суточная производительность их вследствие этого несколько снизилась. Но переход от молотового обжима и отковки к прокату снизил угары и вообще сильно удешевил это производство. Главное же достоинство пудлинговых печей состояло в том, что, экономя сильно уже поредевшие лесные ресурсы заводов, они позволяли заметно увеличить масштабы производства железа. Вместо древесного угля они давали возможность без ущерба качеству железа употреблять не только дрова, но и каменный уголь. Уже в 1854 г., по сообщению Милованова, на Александровском заводе действовали две пудлинговые печи на каменном

[1] Олышев. О пудлинговом производстве на Камско-Воткинском заводе. Горн. журн., 1843, ч. II, кн. IV, стр. 361 и сл.

угле, причем „для выделки одного пуда болванки употребляются от 45 до 45.5 фунт. чугуна и 35 фунт. каменного угля“.[1] К этому нужно добавить, что кричный горн давал в сутки всего около 27 пуд. полосового железа или до 54 пуд. болванок, а пудлинговая печь — от 125 до 150 пуд. болванок в сутки, т. е. раза в три больше.

В годовой продукции эта разница в производительности названных агрегатов была еще значительнее. По массовым данным 1860 г., было всего отковано 11 377 тыс. пуд. железа, в том числе, по нашему подсчету, на 119 заводах 9.9 млн. пуд. с распределением по роду производства в такой пропорции:

Род производства	Число печей	Отковано железа в тыс. пуд.	
		Всего	На 1 печь
1. Кричные горны	859	4934	5.75
2. Пудлинговые печи	184	4968	27.0

Таким образом, пудлинговая печь давала за год в 4.7 раза больше продукции, чем кричный горн, работая в течение года значительно больше времени, по сравнению с кричными горнами, игравшими к этому времени уже лишь подсобную роль в производстве; например, на них отковывались пудлинговые болванки, готовилось железо для собственных нужд завода и т. д. Да и в этой роли старый кричный способ стал сильно вытесняться более экономным — контуазским.

При контуазском способе за неделю в две смены выковывалось уже в 1875 г. до 240 пуд. полосового железа с расходом на 1 т не свыше 1.25 т чугуна, 2.52 т. древ. угля и 9.2 дней труда, в то время как по старому способу на 1 т кричного полосового железа того же размера (3 дюйма ширины и 0.5 дм. толщины) расходовалось на Урале 1.37 т чугуна, 2.86 т угля и 13.2 дней труда.[2] В 1855 г. на Воткинском заводе мы имеем уже более низкие расходы, а именно на 1 т кричного сортового железа 1.18 т чугуна, 3.07 т угля и 11.3 поденщины.[3] Но пудлинговые печи в еще большей степени экономили топливо и повышали общий объем продукции.

Если брать для сравнения расход на производство болванок без передела их в сортовое железо, то экономичность пудлингования по сравнению с кричным производством станет еще осязательнее. Пользуясь опытом Воткинского завода на дровах и Александровского — иа

---

[1] Милованов. Об испытании соликамского каменного угля. Горн. журн., 1855, ч. II, стр. 167.

[2] Рашет. Некоторые замечания по заводам Балашевых, Шепелевых и т. д. Горн. журн., 1845, ч. I, кн. III, стр. 343.

[3] Иосса. Отчет о действии Воткинского завода в 1855 г. Горн. журн., 1857, № 1, стр. 59—60.

каменном угле, мы можем получить такое сопоставление для обжатой болванки: [1]

Таблица 45

Показатели	Кричной	Пудлинговой	
I. Суточная выплавка в пуд.	54	140	
II. Удельные расходы на 1 тонну:			
1. Чугун	1.12	1.10	1.12
2. Дрова	—	2.43	—
3. Уголь древесный	1.67	—	—
4. „ каменный	—	—	0.88
5. Рабсила в днях	6.77	4.23	4.36

Как видим, основная экономия по этим данным (1855—1860 гг.) получается не столько в живой производственной рабсиле, сколько в топливе. Отметим, что 1 тонна дров на Воткинском заводе в 1855 г. франко-завод обходилась примерно в 8.0 трудо-дней, а тонна древесного угля — в 13.9 трудо-дней. Значит, пудлингование на дровах только по статье топлива экономило на каждую тонну болванки не менее 2.4 дня (11%) труда.

Экономия в лесных материалах была гораздо значительнее. Выход угля из дров по весу не превышал 25%, значит, при кричной выработке на тонну болванки шло не менее 6.67 т дров, а при пудлинговании — только 2.43, и, стало быть, экономия в лесе составляла не менее 63%. В газопудлинговых печах удельные расходы материалов были еще меньше. Так, на заводах Шепелевых около 1860 г. на 1 тонну пудлинговых кусков при суточной выделке их в 350 пуд. на 1 печь расходовалось всего 1.03 т чугуна и 72 куб. ф. или до 0.8 т дров, [2] т. е. раза в три меньше, чем в простых пудлинговых печах, и раз в восемь меньше расхода леса в кричном производстве. Пудлингование на дешевом каменном угле было в этом отношении еще выгоднее. Оно вовсе не требовало расхода леса.

Полной калькуляцией производства железа перед крепостной реформой мы располагаем по Воткинскому казенному заводу за 1854 г. [3] На этом заводе перед реформой действовало 12 пудлинговых печей и

[1] Материалы для географии и статистики России. Пермская губ., ч. II, стр. 258, СПб., 1864 г. — Иосса. Отчет о действии Воткинского завода в 1855 г. Горн. журн., 1855, I, стр. 55.

[2] М. И. Иванов. Ответ на замечания горн. инж. Котляревского. Горн. журн., 1863, ч. II, стр. 627.

[3] Котляревский. Описание способа выделки железа в кусках из окалины в Воткинском заводе. Горн. журн., 1855 г., кн. II.

Таблица 46

Издержки производства Воткинского завода 1854 г. на 1 тонну продукции

ПРОДУКТЫ / ИЗДЕРЖКИ	Кричная болванка			Прокат болванки продольной			Листовое железо (проглаженное)			Гвозди кузнечные 3-дюймовые		
	в тоннах	в руб. и коп.	в днях	в тоннах	в руб. и коп.	в днях	в тоннах	в руб. и коп.	в днях	в тоннах	в руб. и коп.	в днях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. Материалы												
1. Дрова с возкой за 22 в.	—	—	—	3.5	1.15	(28.0)	10.1	3.30	(80.8)	—	—	—
2. Уголь древесный с возкой за 35 в.	3.33	4.09	(46.3)	—	—	—	—	—	—	4.85	5.95	(67.4)
3. Чугун	1.25	17.54	(88.6)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Кричная болванка	—	—	—	1.15	29.75	168.6	—	—	—	—	—	—
5. Прокат (кричн. болванки)	—	—	—	—	—	—	1.44	41.75	270.0	—	—	—
6. „ пудлинг. железа 2-сварочн.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.32	43.70	437.0
Итого	1.41	21.63	134.9	4.65	30.90	196.6	11.54	45.05	350.8	1.56	49.65	504.4
Отходы (обрезки и проч.)	—	—	—	0.11	2.17	13.0	0.34	5.37	34.6	—	—	—
За вычетом отходов	1.41	21.63	134.9	—	28.73	183.6	—	36.68	316.2	1.56	49.65	504.4
II. Рабочая сила												
1. Денежная зарплата	—	1.34	—	—	(0.29)	—	—	1.11	—	—	8.34	—
2. Провиант	—	0.83	—	—	0.29	—	—	0.99	—	—	16.68	—
Итого	—	2.17	11.8	—	0.58	4.1	—	2.10	14.2	—	25.02	238.0
III. Цеховые расходы	—	0.65	—	—	0.04	—	—	8.74	—	—	9.52	—
Всего на 1 т.	—	24.45	146.7	—	29.35	187.7	—	50.52	330.8	—	84.19	742.4

10 кричных горнов, числилось 2460 мастеровых и 998 НР, в том числе 28 НР от 2 паровых двигателей (1859—1860 гг.). Пудлингового железа в 1860 г. на заводе было произведено 352 тыс. пуд., кричного 56.8 тыс. пуд. Из него получено 223.5 тыс. пуд. сортового железа, 35.7 тыс. пуд. котельного и около 37 тыс. пуд. разных других изделий. Поденная оплата труда на заводе в 1854 г. производилась из следующих расценок в коп. серебром:

	Деньги	Провиант	Итого
1. Кричному мастеру	20	7	27
2. „ подмастерью . .	10	7	17
3. „ работнику	4	7	11
4. Кузнецу 2-й статьи	4	7	11
5. Молотобойцу	3	7	10

Рабочие в прокатных станах в среднем получали по 7 к. деньгами илюс 7 к. провиантом. При этом 1 пуд пудлингового железа в кусках обходился заводу в 30 к., а кричной болванки — в 40 к. Из чего слагалась стоимость этой болванки и дальнейших ее переделов — показано в табл. 46 (см. стр. 469).

Трудовая оценка материалов в человеко-днях (включая и конную тягу в переводе на труд) сделана нами на основе разных вышеприведенных источников. Все остальные данные представляют отчетную калькуляцию по заводу. Несмотря на высокие трудовые затраты по чугуну, принятые нами здесь по нормам Лысьвенского завода (табл. 42), кричное железо в болванках, в прокате и в изделиях, благодаря снижению удельных расходов в материалах и труде, требует здесь в общем уже значительно меньших затрат, чем в XVIII в. Напомним, что по нормам 1723 г. тонна железа кричного полосового овеществляла 240, досчатого — 568, тонна гвоздей — 901 трудо-дней и т. д. Однако и здесь весь прогресс за 130 лет измеряется только десятками процентов.

Низкие темпы роста производительности труда за всю крепостную эпоху нужно связать прежде всего с отсталой энергетикой, характерной для этой эпохи. Уже Маркс отметил, что водяная мельница характеризует собой феодализм в той же мере, как паровая машина — капитализм. Заводская металлургия в России с самого ее начала и вплоть до падения крепостного права базировалась на водной энергии („мельничные заводы“).

Правда, первые паровые машины появились у нас задолго до падения крепостного права, но, в условиях слишком дешевого принудительного труда, не получили широкого распространения. Выше уже было указано, что даже в 1860 г. в доменном производстве у нас из 26 048 НР установленной мощности на долю паровых машин падало всего 2284, т. е. едва 8.8 %. Да и те по большей части служили лишь резервами на случай маловодья. Водная же энергия строго ограничена естественными ресурсами данного географического пункта. Предприниматель не может

увеличить ее применение по своему произволу для повышения энерговооруженности эксплоатируемого им труда в целях расширения производства, как бы ни благоприятствовала этому рыночная конъюнктура. Расширять его возможно в этих условиях лишь за счет привлечения новых кадров невооруженной рабочей силы, т. е. с ущербом для их средней энерговооруженности.

По приведенным выше данным, на тульских заводах XVII в. в доменном и кричном цехах на 130 человек персонала (в двух сменах) действовало 26 водяных колес, мощностью около 260 HP, т. е. по 2 HP на 1 рабочего.

Весь заводской персонал тех же заводов — по всем цехам — достигал в 1662 г. 240 чел. при 290 HP установленной мощности, что дает по 1.2 HP на рабочего.

В 1859 г. мы насчитали по 89 заводам черной металлургии на 55861 заводских рабочих всего 22891 HP установленной мощности, т. е. на круг едва по 0.4 HP на 1 рабочего. Допускаем, что в число включенных сюда рабочих вошел частью и вспомогательный персонал, работающий на рудниках возчиками и т. д., хотя везде, где это было возможно, мы его исключали. Но, снизив даже количество учтенного заводского персонала вдвое, мы все же получили бы только 0.8 HP на рабочего. Ясно, что никакого повышения средней энерговооруженности труда в русской металлургии за целых два века мы во всяком случае отметить не можем. И, стало быть, весь тот весьма умеренный рост производительности труда, который за это время может быть отмечен, следует отнести за счет других факторов. Наиболее мощный из факторов производительности — рост энерговооруженности труда — за весь период крепостного права в черной металлургии, повидимому, отнюдь не содействовал общему прогрессу.

Все учтенное по металлургическим заводам к 1860 г. оборудование включало следующие важнейшие аггрегаты:

1. Домен	152
2. Вагранок	113
3. Пудлинговых печей	225
4. Сварочных „	172
5. Воздушных „	41
6. Кричных горнов	1142
7. Контуаэских „	14
8. Прочих	215
9. Калильных печей	206
10. Прокатных валков	13

Все эти аггрегаты, за исключением только одной бахмутской домны, относятся к древесноугольной металлургии, ибо, хотя в стране работало уже 20 коксовых печей, но первое производство чугуна на коксе началось лишь с конца 1859 г. на Бахмутском заводе в Донбассе.

Некоторые из перечисленных видов оборудования, например прокатные станы, учтены здесь, повидимому, с очень большими пропусками, но в общем по важнейшим агрегатам этот учет достаточно полон.

В отношении специально энергетического оборудования мы можем привести за 1859 г. по 156 доменным и железоделательным заводам такие итоги:

Род двигателей	Число их	Установленная мощность в НР	
		общая	на 1 двигатель
1. Водяные колеса	1818	34443	18.9
„ турбины . . .	46	1842	40
2. Паровые „ . . .	123	2788	22.7
3. Конные приводы . . .	1	4	4
Итого . .	1988	39077	19.6

Как видим, в общем преобладали мелкие водяные двигатели. На паровые двигатели в общем итоге мощности падает всего 4.7%, по доменным заводам этот процент был несколько больше, по железоделательным — меньше, средний размер двигателей в доменном производстве был несколько крупнее, в кричном — поменьше, например, для водяных колес эта средняя мощность снижалась от 22.2 до 13 НР, но, не останавливаясь на этих мелких различиях, отметим, что по отдельным заводам обеспеченность энергетическими ресурсами уже тогда колебалась в огромном диапазоне. А именно, вышеуказанный состав 156 заводов распределялся по мощности двигателей следующим образом:

Мощность в НР	Число предприятий	Проц.
До 20	6	3.9
От 21 до 50	17	10.9
„ 51 „ 100	17	10.9
„ 101 „ 200	34	21.8
„ 201 „ 300	36	23.1
„ 301 „ 500	28	17.9
„ 501 „ 1000	15	9.6
„ 1001 „ 2000	3	1.9
Итого . .	156	100.0

В число наиболее крупных по мощности заводов по данной группировке вошли Лысьвенский завод — 1810 НР, Ново-Алапаевский — 1395 НР и Н.-Тагильский — 1170 НР. Но даже в этой группе на паровые двигатели приходилось всего 370 НР, или 8.3% общей их мощности. Крепостные путы тормозили проникновение передовой капиталистической энергетики в промышленность. Но это противоречие между новой техникой и устаревшими социальными формами было чревато большими последствиями. И падение крепостного права явилось в их ряду лишь первым и наиболее осязательным звеном.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. 1, вып. 5

П. П. Забаринский

К ИСТОРИИ ИЗОБРЕТЕНИЯ ГУСЕНИЧНОГО ТАНКА И ТРАКТОРА

Проект вездеходного гусеничного экипажа, предложенный французским изобретателем Эдуардом Буйеном (Bouÿn) в 1874 г.

В Библиотеке Академии Наук СССР хранится объемистая литографированная рукопись на французском языке, снабженная большим количеством чертежей и рисунков, изданная в Марселе в 1874 г. Она содержит „описание изобретения экипажей, катящихся по подвижным повертывающимся рельсам и проходящих по всяким дорогам, по полям и пустыням", составленное самим изобретателем Эдуардом Буйеном (Bouÿn).[1] Как гласит имеющаяся на обложке надпись, рукопись была в свое время препровождена непосредственно на имя президента русской Академии Наук.

Сочинение французского изобретателя содержит весьма интересный и, повидимому, совершенно новый материал для изучения истории изобретения вездеходного экипажа на гусеничном ходу, представителями которого являются гусеничный трактор и танк.

Гусеничный трактор — сверстник современного автомобиля — играет в наши дни все более и более значительную роль как в транспорте, так и в сельском хозяйстве.

Однако, в то время как истории таких средств передвижения, как железная дорога, пароход, автомобиль, аэроплан и т. д., посвящена довольно большая литература, история применения гусеничной тяги до сих пор почти совершенно не затронута. Более счастливым в этом отношении оказался танк, это новое средство борьбы, порожденное войной 1914—1918 гг., от которого ожидается так много в будущем и который сыграл столь значительную роль в военном разгроме Германии.

---

[1] Description de l'invention de voitures roulant sur des rails mobils tournant et parcourant toutes les routes, les champs et les déserts. Par monsieur Edouard de Bouÿa. Marseille, 1874, pp. 168 + 27, avec 105 figures.

Наряду со всесторонним изучением вопроса о техническом устройстве танков и о методах их применения в минувшей и в будущих войнах, большое внимание уделено самой истории появления этих „боевых колесниц XX века“. Здесь, как и вокруг истории каждого крупного изобретения и открытия, возник ожесточенный спор о праве на приоритет. С энтузиазмом, поистине достойным лучшего применения, отдельные лица и даже целые нации до последнего времени оспаривают друг у друга сомнительную честь почитаться изобретателями этого грозного средства разрушения и уничтожения.

Полемика, возникшая по этому поводу, при всей односторонности и пристрастности предпринятых исследований показала, насколько появление танков было исподволь подготовлено общим развитием техники и создавшимися условиями позиционной войны.

Как известно, танк был впервые применен англичанами в сражении на Сомме в сентябре 1916 г. Естественно, что именно англичане, первые спроектировавшие, построившие и употребившие это новое техническое средство борьбы, оказались склонны приписывать себе исключительный приоритет его изобретения. Однако, при ближайшем изучении вопроса оказалось, что подобное утверждение не вполне оправдывается исторической действительностью. Не говоря уже о том, что англичанам удалось всего на несколько месяцев опередить французских и американских конструкторов, вполне успешно работавших в том же направлении, оказалось, что вопрос о создании вездеходной боевой машины, неуязвимой для ружейного и пулеметного огня, выдвигался и до мировой войны. Так, к разочарованию англичан и к запоздалому сожалению их бывших противников, было установлено, что еще в 1912 г. австрийский офицер Брустынь представил своему военному министерству отклоненный, но вполне разработанный и технически осуществимый проект бронированной машины на гусеничном ходу. Это изобретение немецкий автор Хейгль признает первым прообразом современного танка, справедливо указывая, что австрийский изобретатель, так же как и позже английские конструкторы, воспользовался гусеничной тягой, уже довольно широко применявшейся на английских и американских тракторах.

В свою очередь у французов, англичан и итальянцев тоже нашлись свои „предки“ танка в лице „бронированного дорожного катка“, предложенного Frot в 1915 г., подвижных редутов, предложенных двумя французскими изобретателями (1874 г.), черепахообразного парового броневика Джемса Коуена (1855 г.), „подвижных металлических крепостей“ итальянского инженера Бальби (1854) и т. п.

Некоторые увлекающиеся авторы склонны даже усматривать таких предков в средневековых рыцарях и в боевых колесницах древних ассириян. Как ни соблазнительно это сопоставление, оно допустимо лишь в качестве аналогии, не лишенной, впрочем, интереса.

Обращаясь к истории вопроса, следует иметь в виду, что основным моментом, отличающим гусеничный трактор от прочих средств передвижения, является механический двигатель и гусеничный ход. В танке сюда присоединяется вооружение и броневая защита. Следовательно, можно говорить собственно о гусеничном тракторе или о танке лишь там, где имеется попытка объединить указанные технические элементы, из которых каждый имеет собственную историю развития и применения.

Не касаясь механического двигателя, брони и вооружения, насчитывающих достаточно почтенную давность, укажем, что и идея гусеничного хода или, как принято выражаться в специальной литературе, гусеничного движителя, уходит также довольно далеко в прошлое. Обращаясь к существующим источникам и патентной литературе, можно проследить этот технический принцип в том или ином видоизменении в ряде изобретений и проектов на протяжении всего XIX века.

Повидимому, исходный толчок для работы в этом направлении был дан в начале прошлого столетия переворотом в технике сухопутного транспорта, вызванным общим экономическим развитием и выразившимся в появлении железных дорог с паровой тягой, в изобретении паровых омнибусов и автомобилей и в введении усовершенствованных методов дорожного строительства.

Интересно отметить, что первые изобретатели гусеничного экипажа не имели в виду преодоления трудно проходимых пространств. Они стремились прежде всего просто отделаться от необходимости сооружать дорогие рельсовые и шоссейные пути, но, вместе с тем, хотели воспользоваться преимуществами, связанными с движением колес экипажа по ровной поверхности. Выражаясь словами известного французского инженера Клода Бюрдена (Burdin), тоже занимавшегося разработкой такого проекта, задача состояла в том, чтобы снабдить локомотив подвижными рельсами, которые он „нес бы с собой, укладывая их на дорогу впереди и снова убирая позади".

Но выгода гусеничного движителя состоит не только в том, что расстилающаяся перед колесами бесконечная лента образует как бы искусственное дорожное полотно, передвигающееся вместе с экипажем. Применение гусеницы дает огромное преимущество тем, что значительно увеличивает опорную поверхность по сравнению с колесом. Если сопоставить два экипажа, гусеничный и колесный, имеющие одинаковый вес, то при наличии гусеницы один и тот же вес распределится на гораздо большую площадь и, следовательно, на каждую единицу опорной поверхности придется значительно меньшее давление. Благодаря этому гусеничный экипаж получает возможность проходить, почти не оставляя следа, по слабому грунту, совершенно недоступному для колесных экипажей. Этот, отнюдь не новый, принцип повышения проходимости путем распределения веса повозки на бо́льшую опорную площадь уже давно навел на мысль применить снабженные подобным приспособлением

паровые локомотивы для приведения в движение земледельческих орудий, так как обычные колесные локомотивы с трудом могли бы передвигаться по рыхлому полю и чрезмерно уплотняли бы почву.

Таким образом, в большинстве этих ранних проектов приходится иметь дело с гусеничным экипажем, предназначавшимся для транспорта и сельского хозяйства. Обе задачи были успешно разрешены лишь в 80-х гг. прошлого столетия изобретением парового гусеничного трактора. Дальнейшему быстрому развитию этого вида тяги много способствовали успехи автомобилизма и усовершенствование двигателя внутреннего сгорания, нашедшего и здесь весьма плодотворное применение.

Наконец, для гусеничного движителя открылась новая многообещающая сфера применения — поля сражений, после того как в танке удалось осуществить сочетание гусеничного экипажа и броневой защиты.

Именно в этом отношении проект Эдуарда Буйена представляет для историка первостепенный интерес. Говоря о своих „бронированных поездах, катящихся по подвижным повертывающимся рельсам“, [1] французский изобретатель, повидимому, впервые дает идею современного танка в строгом смысле этого слова. Он же, удачно предвосхищая будущее, первый намечает три основных сферы применения гусеничного движителя — транспорт, сельское хозяйство и война. Вместе с тем его проект любопытен не только потому, что проливает новый свет на вопрос о приоритете, имеющий для исследователя в конечном счете лишь второстепенное значение. Он интересен тем, что дает весьма богатый материал для изучения развития самой идеи гусеничного экипажа как определенного технического принципа. Проект представляет в известном смысле итог всего того, что было достигнуто в этом направлении предшественниками Буйена. По собственному признанию автора, им изучены все сделанные до него попытки изобрести „подвижные рельсы“. Действительно, в своем описании Буйен перечисляет 36 французских патентов, взятых на подобные изобретения, и останавливается подробно на их недостатках, которые со свойственным каждому изобретателю самомнением он считает устраненными в своем изобретении.

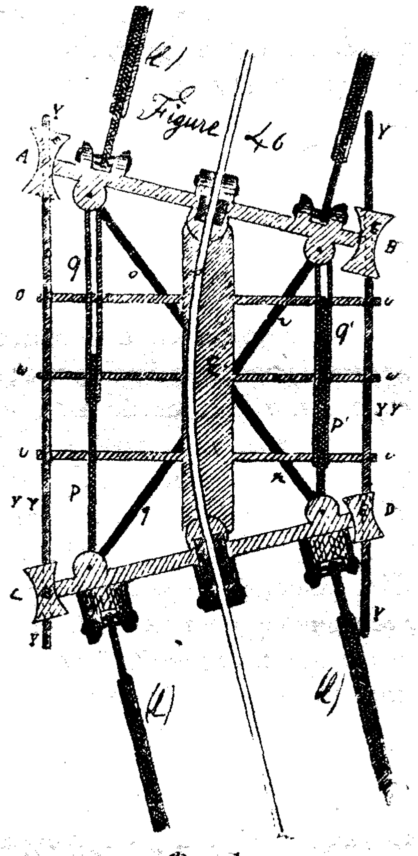
Разумеется, вопреки этому утверждению, многое в проекте Буйена технически вовсе неисполнимо и вызывает у современного читателя лишь снисходительную улыбку, но, как мы постараемся показать в дальнейшем, он, помимо ряда общих вопросов, затрагивает такие частные технические проблемы, которые были осознаны далеко не сразу позднейшими конструкторами и многие из которых и по настоящее время не получили удовлетворительного решения.

Изобретение Эдуарда Буйена явилось итогом его многолетней работы, выразившейся в нескольких патентах на экипажи, снабженные

[1] Convois blindés armés de mitrailleuses et de pièces de canon roulant sur des rails mobiles tournants.

„подвижными рельсами“, взятых в период с 1871 по 1874 год. Оно подробно изложено самим изобретателем в названном выше „Описании изобретения экипажей, катящихся по подвижным повертывающимся рельсам и проходящих по всяким дорогам, по полям и пустыням“. По содержанию это описание распадается на 4 части. Первая часть посвящена общему описанию „подвижных повертывающихся рельсов“, теории их действия, выгодам и возможностям их применения, далее следует подробное изложение устройства самих рельсов и экипажей, предназначенных для перевозки грузов и пассажиров; затем рассматривается вопрос о применении локомотива, снабженного такими рельсами для обработки земли; последняя часть содержит описание „бронированного поезда, движущегося на подвижных повертывающихся рельсах“

„Подвижные повертывающиеся рельсы“ Буйена являются главным в его изобретении и описаны с наибольшей подробностью. В принципе они ничем не отличаются от гусеницы нашего трактора и танка. Это такая же бесконечная замкнутая цепь, составленная из отдельных металлических звеньев. Непрерывно расстилаясь впереди экипажа, эти звенья образуют своего рода рельсовый путь, по которому и движутся несущие колеса.



Фиг. 1.

По сравнению с современным устройством гусеничных траков, каждое звено „подвижных рельсов“ представляет весьма сложно задуманный механизм (фиг. 1). Основой звена служат два поперечных бруса (barre transversalle) *AB* и *CD*, соединенных посредством срединной связи *E* (tige mediane) и диагональных скреп *op* и *qr* (tige angulaire) так, что брусья могут располагаться под любым углом друг к другу, оставаясь в одной и той же плоскости. Для устранения неустойчивости при движении по неровной дороге предполагалось снабдить поперечные брусья особыми выступами, видными на фиг. 2, представляющей поперечный разрез экипажа Буйена. Назначение этих выступов состояло, впрочем, не в увеличении сцепления с полотном дороги, какое дают шпоры современных гусениц; благодаря им точки опоры поперечного бруса приходились по его концам, чем и предполагалось достичь устойчивого положения всего звена. Автор весьма подробно останавливается на способах устройства и соединения поперечных брусьев,

предлагая ряд вариантов, ничем по идее не отличающихся один от другого.

Каждая пара брусьев и соединяющие их скрепы образуют как бы остов, на котором и расположены собственно рельсы гусеничных звеньев, т. е. части, поддерживающие и направляющие несущие колеса экипажа. Посредине, между поперечными брусьями звеньев, установлены упругие стальные полосы, закрепленные таким образом, что при расположении звеньев по ломаной они изгибаются, образуя непрерывную плавную кривую. Эти полосы и служат направляющим рельсом для всего экипажа. За них захватывает своими ребордами желобчатое колосо, установленное под кузовом экипажа (см. фиг. 1 и 2). По бокам направляющего рельса каждого звена находятся раздвижные рельсы (les rails à coulisse), служащие опорой несущим колесам, устроенным по бокам экипажа в виде широких катков.

„Раздвижные рельсы" состоят из двух частей, могущих вдвигаться одна в другую. Каждая часть прикреплена к поперечному брусу таким образом, что может свободно повертываться вокруг вертикальной оси.

Для увеличения прочности поддерживающих рельсов Буйен предлагает устроить по концам основных поперечных брусьев широкие муфты сквозь которые свободно пропустить металлические стержни. Эти стержни должны поддерживать поперечины, прикрепленные к срединной связи и служащие опорой выдвижным рельсам, как видно на прилагаемом рисунке (фиг. 1). Последнюю систему автор называет „лестничными рельсами" (les rails à échelle).

Наконец он указывает еще на один вариант, так называемые „упругие лестничные рельсы" (les rails-res sorts à échelle). В этом случае при движении по кривой, поддерживающие „раздвижные рельсы" изгибаются подобно описанным выше средним рельсам и могут их заменить. По расчету изобретателя, каждое звено может достигать в длину до 1—1.5 м.

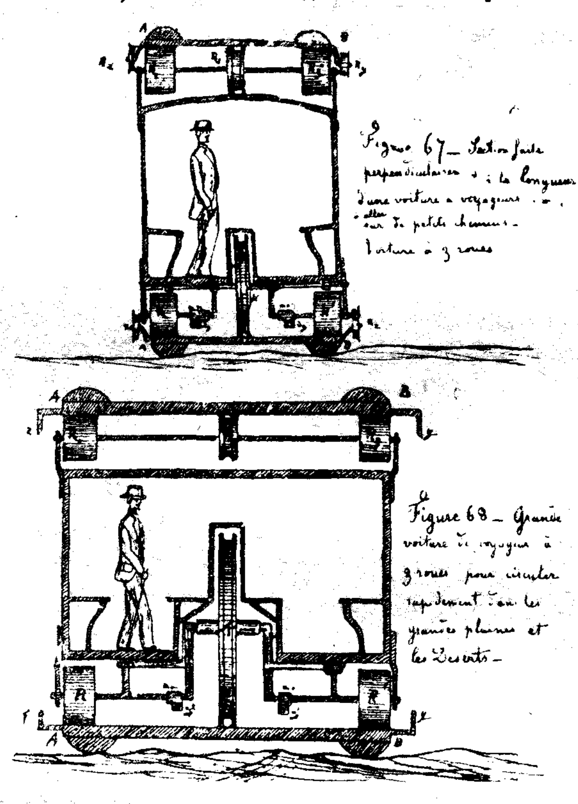
Устроенные таким образом отдельные звенья присоединяются шарнирно друг к другу, образуя замкнутую бесконечную ленту. Благодаря шарнирному сочленению и описанному устройству звеньев, полученная гусеничная лента должна была обладать как продольной, так и поперечной гибкостью.

Нужно думать, что именно поэтому Буйен назвал свои подвижные рельсы повертывающимися.

Легко сообразить, как, по мысли автора проекта, должно было происходить изгибание гусеницы в горизонтальной плоскости. Поперечные брусья в этом случае располагаются по радиусам проходимой кривой, срединные связи и раздвижные рельсы составляют ломаную, а упругие направляющие рельсы, изгибаясь, образуют плавную кривую, по которой и следуют направляющие колеса экипажа. Срединная связь должна быть настолько широкой, чтобы, при максимальной крутизне

изгиба, дуга, образуемая упругим рельсом, не выходила своей вершиной за края связи.

Гусеничный движитель является, как известно, механизмом, работающим в чрезвычайно тяжелых условиях. При всей продуманности сложной конструкции ленты, предлагаемой Буйеном, не может быть речи о возможности ее практического применения. Однако, идея придать поперечную гибкость гусеничной ленте представляет большой интерес в свете технических проблем, стоящих перед современным танко- и тракторостроением. Как известно, из наблюдений над работой гусеничного движителя было установлено, что гусеница, жесткая в боковом направлении, обладает весьма чувствительным недостатком. При поворотах такая гусеничная цепь вынуждена скользить в горизонтальном направлении. В виду значительной поверхности соприкосновения с покровом пути это скольжение происходит с огромным сопротивлением, что вызывает крайне вредные напряжения в самой гусенице, разрушает полотно дороги и требует дополнительной затраты мощности двигателя. В последнее время конструкторами сделан ряд попыток придать ленте поперечную гибкость; таковы, например, ленты Чейза, так назыв. змеевидная гусеница, резиновая лента Кегресса, лента с шарнирным сочленением звеньев, предложенная фирмой „Gefrat“,[1] и пр. Однако, до сих пор все эти попытки не дали вполне удовлетворительной конструкции.



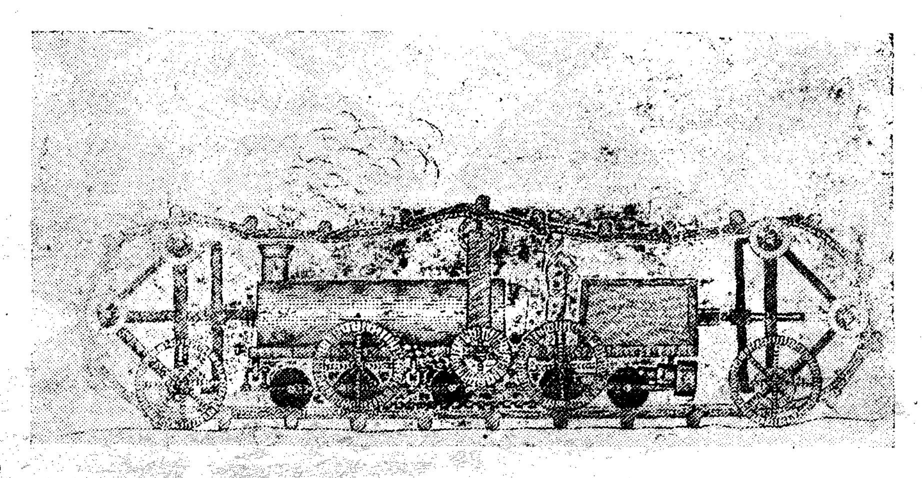
Фиг. 2.

Таким образом в своих „подвижных повертывающихся рельсах“ Эдуард Буйен затронул конструктивную проблему, возникшую значительно позже того, как был построен первый гусеничный акипаж и, как мы сказали, до сих пор не нашедшую удовлетворительного решения.

[1] Gesellschaft für radlose Transportfahrzeuge (Gefrat).

Оииеание устройства гусеницы, рекомендуемое Буйеном, находится в связи с теми двумя способами применения гусеничного движителя, которые он предусматривает в своем проекте. Первый способ — его, повидимому, предпочитает автор проекта — состоит в том, что бесконечная гусеничная лента охватывает снаружи весь экипаж или целый поезд, состоящий из локомотива и отдельных экипажей и движущийся внутри ленты буквально как белка в колесе (фиг. 3 и 4). Здесь-то, повидимому, изобретателю и пришлось заняться вопросом о придании гусенице поперечной гибкости. Легко сообразить, что в противном случае движение могло бы происходить лишь по прямой линии, так как для изменения направления было бы необходимо заставить ленту выстилаться перед экипажем по некоторой кривой.

Второй способ является, по мнению Буйена, менее пригодным, так как он может быть применен лишь к отдельному экипажу, а это, повидимому, не соответствовало грандиозности замыслов изобретателя. Но именно этот способ по существу ничем не отличается от



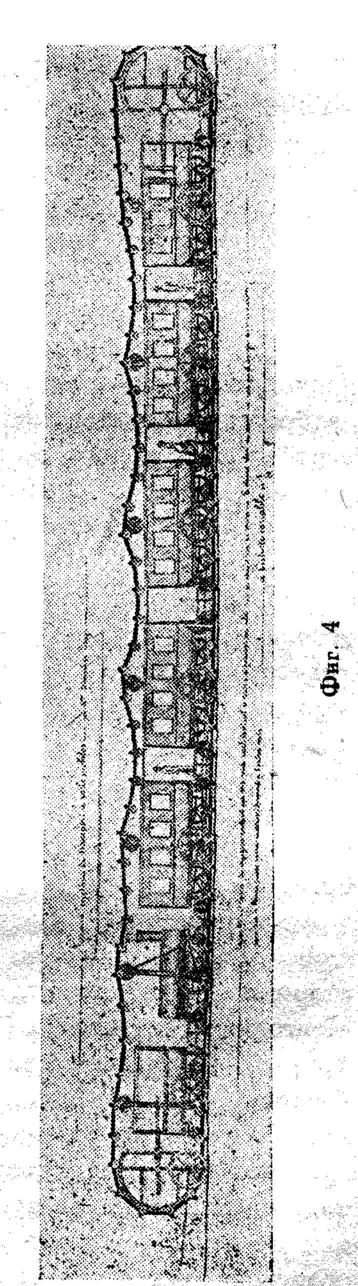
Фиг. 3

гусеничного хода нынешних тракторов и танков. Две отдельные гусеничные ленты охватывают по бокам колеса экипажа и, непрерывно выстилаясь по земле, образуют как бы рельсовый путь, по которому катятся колеса экипажа. На фиг. 5 показан боковой вид и поперечный разрез подобного локомотива.

Зацепление ведущих колес локомотива с гусеницей предполагалось осуществить при помощи механизма, видного на фиг. 3. На концах поперечных брусьев каждого гусеничного звена устроены зубцы; за них захватывает бесконечная зубчатая цепь, приводимая в движение ведущими колесами и прижимаемая к гусеничной ленте особыми надавливающими роликами.

Для управления движением гусеницы предполагалось устроить на обоих концах экипажа или поезда особые направляющие механизмы

(gouvernail). Механизм, расположенный впереди, заставляет опускающуюся сверху бесконечную ленту расстилаться в желаемом направлении, а задний высвобождающуюся из-под колес часть ленты направляет поверх экипажа на особые поддерживающие ролики; другое приспособление — направляющее дышло (timon directeur) состоит из рулевого колеса (штурвала) и системы перекрещивающихся тяг. Последние соединяют все несущие оси экипажа в одну систему таким образом, чтобы при поворотах для облегчения движения каждая ось располагалась по радиусам описываемой кривой. Оба механизма видны на фиг. 3 и 4.



Фиг. 4

В случае движения по ровному пути управление поездом можно поручить всаднику, едущему на лошади, припряженной к передней направляющей оси поезда, что, по мнению изобретателя, окажется гораздо менее сложным.

Упряжные приборы, соединяющие вагоны, предполагалось устроить так, чтобы они оказывали упругое сопротивление при набегании вагонов друг на друга, не препятствуя их взаимному повертыванию возле вертикальной оси.

Что касается мотора, то естественно, что в этот младенческий период развития двигателя внутреннего сгорания автор проекта мог располагать лишь паровой машиной. Обыкновенный локомотив предполагалось установить посреди или в переднем конце поезда. Он должен был приводить в движение весь состав при помощи описанной зубчатой бесконечной цепи, захватывающей за ленту, а на ровном пути ведущие колеса могли опираться непосредственно и о полотно дороги. Наряду с механическим двигателем Буйен допускал применение тяги упряжных животных, вместо парового двигателя. Для этого понадобилось бы 25 лошадей, 18 дромадеров или 8 слонов. Но и в этом случае он все же рекомендует иметь в запасе паровой двигатель, во избежание всяких непредвиденных случайностей. По расчетам автора, для поезда весом в 200 т понадобится лента 80 м длины, двигателя же в 8 лош. сил будет достаточно,

чтобы развить скорость 4 м/сек, т. е. 14.4 км в час. Насколько эти цифры несоразмерны, видно из того, что средняя мощность современного паровоза доходит до 2000 л. с.

Фантастической оценке технических возможностей „подвижных повертывающихся рельсов“ соответствуют и грандиозные перспективы, рисуемые автором проекта. „Мое изобретение окажет сильную конкуренцию железным дорогам, а в особенности локомотивам и экипажам для движения по обыкновенным дорогам... На достаточно ровном пути их транспорт будет столь же экономен, как и по железным дорогам“.

Правда, по мнению изобретателя, железным дорогам удастся сохранить преимущество большой скорости, недоступной для поезда с „подвижными рельсами“ — крупные железнодорожные магистрали не будут затронуты конкуренцией, зато сооружение небольших железнодорожных веток в ближайшее время будет целиком заменено применением поездов Буйена.

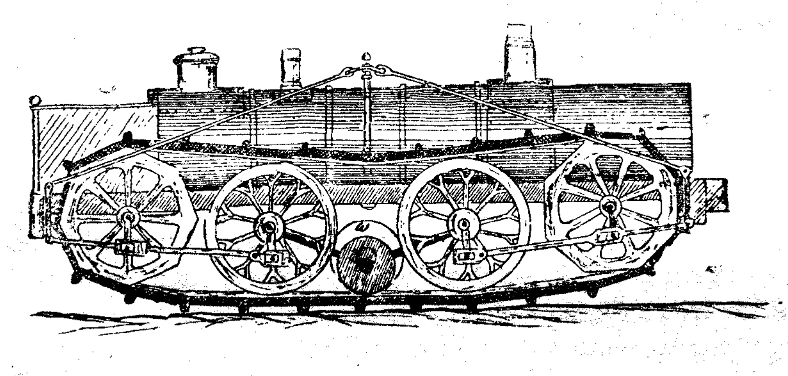
Любопытно отметить одну из выгод, которые, по мнению Буйена, проистекают для предпринимателя, согласившегося эксплоатировать его изобретение: отпадает необходимость сооружать дорожное полотно, а это освободит от хлопот по получению концессии, связанных с расходами и волокитой. „Отныне каждый, располагающий сотней тысяч франков, сможет иметь собственную железную дорогу“, говорится в проекте.

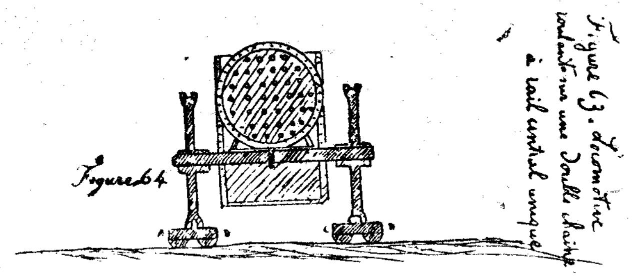
Особенное значение поезда с „подвижными рельсами“ имеют для освоения „нецивилизованных стран“, нерасполагающих сетью шоссе и железных дорог. Перед умственным взором читателя Буйен старается нарисовать самую привлекательную картину приобщения этих стран к „цивилизации“ при помощи своих поездов. В его планах находят выражение вожделения европейской буржуазии второй половины XIX в., ставшей на путь сочетания открытого грабежа „диких“ народов с организованной хозяйственной эксплоатацией колониальных богатств.

„Мои поезда с подвижными рельсами, могущие передвигаться по любой дороге, по полям и пустыням, позволят цивилизовать и эксплоатировать немедленно и без больших предварительных затрат Индию, Монголию, Россию, Ла Плату, Чили, Бразилию, Мексику, Австралию и наконец, позволят исследовать обширный, но мало известный материк Африки“. Здесь же мы находим указания и на „человеколюбивые“ методы этой цивилизации: „Отныне белый человек, являющийся цивилизатором по преимуществу, сможет осуществить свое победоносное господство на земле тех народов, среди которых он будет находиться. Ибо мои поезда не только великолепное средство, предназначаемое для облегчения торговли, но также и грозное орудие войны“. „Достаточно,— продолжает он,— снабдить мой поезд парой небольших пушек и несколь-

кими митральезами, чтобы в течение немногих минут отбить нападение тысяч дикарей.“

Набросав столь заманчивый идеал колониального грабежа, Буйен переходит к перечислению выгод применения своих подвижных рельсов в сельском хозяйстве. Цифрами и расчетами, правда, довольно фантастическими, он доказывает преимущество своих гусеничных локомотивов по сравнению с экономическим и техническим эффектом, даваемым силой упряжных животных и паровым локомобилем, довольно широко применявшимся в то время для обработки земли.





Фиг. 5.

Здесь за много лет до появления первых тракторов, Буйен явился убежденным предвестником механизации земледелия. Последующее развитие техники сельского хозяйства показало, насколько он был прав в этом отношении.

Третьей, не менее многообещающей областью применения поездов с „подвижными рельсами“, является война. „Поставьте,— говорит автор проекта,— на мои подвижные рельсы бронированную батарею, и вы получите самое грозное орудие войны, какое было когда-либо создано до сих пор“.

В этих, буквально пророческих, словах, написанных в 1874 г., впервые выражена идея современного гусеничного танка, осуществленная английскими конструкторами лишь почти полвека спустя.

Эта часть проекта Буйена заслуживает того, чтобы на ней остановиться более подробно.

Нужно думать, что мысль одеть броней свои вездеходные поезда и снабдить их вооружением возникла у изобретателя под влиянием сдвигов в тактике и технике военного дела, которые принесла незадолго перед тем закончившаяся франко-прусская война. Не осталось без влияния и успешное применение броневой защиты на военных судах и на появившихся именно в это время бронепоездах.

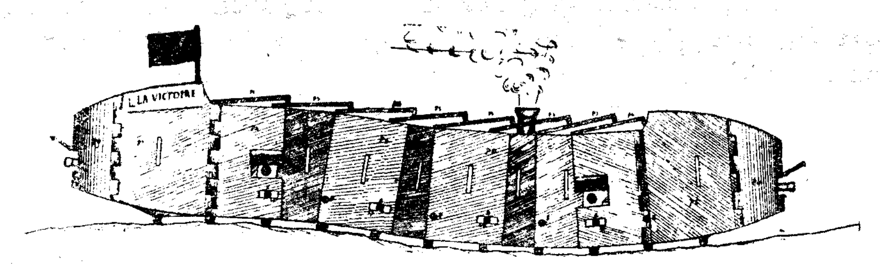
По своему устройству „бронированные поезда, движущиеся по подвижным повертывающимся рельсам", мало чем отличаются от описанных выше пассажирских и товарных поездов. Устройство гусеницы и локомотива остается без изменения, но поезд состоит из подвижного металлического каркаса, установленного на несущих осях. На этом остове укреплена броневая защита из отдельных броневых плит, расположенных по бокам и сверху поезда. Они образуют как бы подвижную стальную чешую, не препятствующую гибкости поезда. Описанные выше механизмы — руль и направляющее дышло — служат для управления поездом и направления движения гусеницы. Последняя, как и в предыдущем случае, может быть применена или в виде сплошной бесконечной ленты, охватывающей весь поезд, или же в виде двух отдельных гусеничных лент, надетых на боковые колеса. Буйен считает последний способ предпочтительным, так как он дает возможность установить орудия по концам поезда для продольного огня. Вид подобного бронированного поезда воспроизведен на прилагаемом рисунке (фиг. 6). Это червеобразное бронированное чудовище с гусеничным движителем, снабженное пушками и митральезами, защищенное броней и приводимое в движение механической силой, в принципе ничем не отличается от современных танков с закрытой гусеницей.

На фиг. 7 можно видеть поперечный разрез поезда и орудийную установку. Орудия должны быть расположены непосредственно над несущими осями таким образом, чтобы их можно было повертывать для ведения огня через бойницы как с правого, так и с левого борта. Заслуживает внимания то обстоятельство, что дверцы бойницы изображены открывающимися не внутрь, а наружу. Эта мелкая подробность интересна тем, что преимущества подобного устройства смотровых щелей и бойниц, применяемого ныне на всех бронированных машинах, были оценены конструкторами танков далеко не сразу. В частности, первые германские танки имели дверцы бойниц, открывающиеся внутрь. Они были проще в конструктивном отношении и удобнее для пользования, но оказывали меньшее сопротивление ударам пуль и осколкам снарядов. После нескольких попаданий заклепки шарниров и засова не выдерживали, и подобный броневой ставень срывался с места с такой силой, что производил внутри танка бóльшие опустошения, чем пуля, или осколок снаряда, пробивший корпус машины.

По расчету Буйена, его бронированный поезд, весом до 120 т, имея на борту 200 человек экипажа, сможет нести кроме того 12 пушек

и 4 митральезы с боевыми припасами, не считая личного оружия команды. Средняя скорость на ровной местности может быть доведена до 3 м в секунду (10.8 км в час), для чего понадобится двигатель в 20—40 лош. сил. Минимальная же мощность, необходимая по мнению изобретателя, составляет всего 4 л. с.

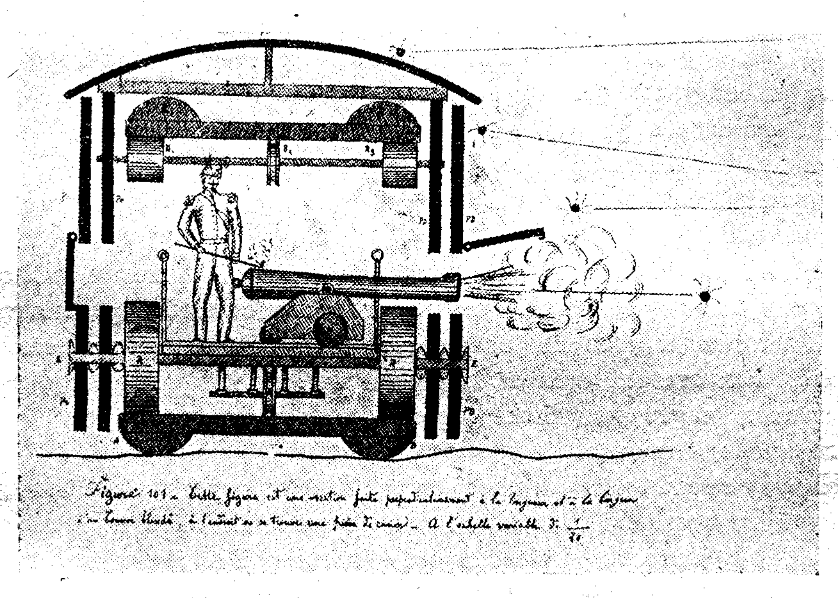
Насколько фантастичны эти данные, можно судить, приняв во внимание, что новейший тяжелый французский танк прорыва 2 С весит около 70 т и, имея команду в 11 человек, вооружен всего одной 75-мил-



Фиг. 6.

лиметровой пушкой и четырьмя пулеметами; при мощности моторов в 600 л. с. этот танк может развить максимальную скорость до 12 км в час.

Однако, как бы ни были преувеличены Эдуардом Буйеном возможности его изобретания, нельзя не признать, что он вполне правильно



Фиг. 7.

оценивает основные качества, осуществленные в современном танке: мощность огня, огромная подвижность, вездеходность, способность преодолевать подъемы и рвы. Интересно отметить, что он предполагает вполне возможным преодолевать и водные препятствия. Для этого рекомен-

дуется сделать корпус поезда водонепроницаемым и пересекать прямо по дну водный проток любой ширины и глубины. Новейшие типы танков-амфибий так же, как и английский проект подводной лодки-амфибии, показывают, насколько изобретатель предвосхитил наблюдаемую ныне тенденцию сделать танки земноводными вездеходными машинами. Даже мысль Буйена использовать для своих бронированных поездов паровой двигатель нельзя рассматривать слишком скептически в современных условиях. По этому поводу любопытно напомнить мнение Хейгля, общепризнанного авторитета в танковом деле. Хейгль допускает, что паровой двигатель может в будущем найти применение в боевых машинах, в том случае, если удастся останавливать на расстоянии двигатели внутреннего сгорания путем нарушения работы магнето при помощи электромагнитных волн. Весьма возможно, что и в этой части своего проекта Буйен, не выходя за рамки доступных для него возможностей, пытался осуществить то, что и для нас является будущим.

Весьма близкими современности оказываются и некоторые соображения автора относительно тактики боевого применения его бронированных поездов. Они должны вести бой не отдельно, а соединениями по несколько поездов; помимо боевых машин в состав такого отряда входят поезда, снабженные инженерным и саперным инструментом наподобие специальных саперных танков, существующих в танковых войсках всех современных армий. Каждому поезду желательно придать до 300 кавалеристов, с тем, чтобы половина из них вела разведку, а половина сопровождала поезд, помогая ему преодолевать слишком крутые подъемы.

Единственным реальным средством борьбы против своих поездов Буйен признает минные поля, так как артиллерийский огонь по столь подвижным целям окажется мало эффективным, а ружейный огонь и вовсе недействительным.

Интересно отметить, что изобретатель совершенно игнорирует значение опрокидывающегося усилия, которое способен развивать гусеничный экипаж и которое позволяет танку преодолевать такие препятствия, как стены, столбы, деревья и т. п. Он рекомендует расчищать проход через подобные препятствия огнем из орудия, установленного впереди поезда.

Наряду с техническими проблемами Буйен затрагивает общие военно-политические вопросы, трактовка которых представляется весьма любопытной. „Государство, — говорит он, — имеющее в своем распоряжении сотню моих бронированных поездов, сможет с уверенностью воевать против нынешних армий всей Европы и быть уверенным в их полном поражении... Любое малое государство, не пожалев безделицы в 50 миллионов, сможет помериться силами с большими соседними державами, в случае если они будут иметь наивность верить в превосходство своих огромных армий над моими небольшими бронированными

поездами.“ Невольно приходится удивляться, насколько близки эти взгляды к проектам „малых механизированных армий“, выдвигаемым известным генералом Фуллером и поклонниками его школы, утверждающей, что в нынешних условиях войны прежняя „царица полей“ — пехота — оказывается вовсе не царицей, а попросту беспомощной „неряхой в канаве.“

Еще ближе к этой теории стоит классовая подоплека проекта Буйена. „...Мои машины, наконец, положат предел этим насильственным революциям, которым наша страна подвержена каждые 20 лет. Пустив в такие крупные города как Париж, Лион, Марсель, Бордо, Лиль и т. д. небольшие бронированные поезда, вооруженные пулеметами и парой пушек, можно мгновенно рассеять любые мятежные скопища. Отныне порядок будет обеспечен, и цивилизации больше нечего будет бояться этих полчищ бунтовщиков, появляющихся со всех сторон в минуты кризиса“. В этих словах, написанных в 1874 г., выражается ужас, озлобление и жажда мести, испытанные французской буржуазией во время грозных событий Парижской Коммуны. Буквально то же повторяет ген. Фуллер в своей книге „Танки в великой войне“, когда он говорит, что „всеобщее введение механического оружия должно принести с собой не только конец малым войнам, но и гражданским мятежам“.

Рекомендуя свои броневые машины для подавления народных восстаний, Буйен, так же как и современные милитаристы, проповедующие „идеальную армию“, считает необходимым обеспечить надлежащий социальный подбор личного состава. „Правительство должно доверять управление моими поездами лишь надежным людям с безупречной нравственностью, которые в нужный момент решительно и неуклонно исполнят свой долг. Надлежит, чтобы только законодательный корпус имел право назначать командиров каждого бронированного поезда на тот случай, если проходимцам удастся захватить государственную власть“.

Вряд ли нуждаются в комментариях эти откровенные слова, хотя они и написаны задолго до того, как империалистам всех стран пришлось убедиться, что массы крестьян и рабочих, одетых в солдатские шинели, из послушной опоры трона и буржуазного порядка способны превратиться в неопредолимую силу пролетарской революции.

* * *

Таков в кратких словах проект Эдуарда Буйена и таковы те обширные возможности, которые он предсказывает своему изобретению. Разумеется, многое в его идеях изложено весьма неясно, практически вовсе неисполнимо и с точки зрения современной техники может казаться просто смешным. Но если вспомнить, что этот столь подробный проект был разработан на полвека раньше, чем первые танки обру-

шились на неприступные позиции немцев, и за много лет до того, как появились первые гусеничные тракторы, нельзя не удивляться глубине и полноте предвосхищения, сделанного французским изобретателем. Как мы видели, он впервые правильно наметил основные области применения гусеничного движителя и верно оценил его преимущества. Он же первый сформулировал техническую идею современного танка, коснувшись ряда общих вопросов, имеющих интерес и для сегодняшнего дня. Помимо этого им затронуты частные технические проблемы, которые были осознаны далеко не сразу нынешними конструкторами и часть из которых и по настоящее время не получила удовлетворительного разрешения. Наконец, через промежуток в 50 лет он перекликается с передовыми идеологами воинствующего империализма наших дней, проповедуя идеалы, к которым обращаются милитаристы XX в., устрашаемые призраком социальной революции.

Огромный интерес представляет выяснить, в какой мере проект Буйена удостоился внимания своих современников и были ли сделаны попытки его осуществить. Желая, повидимому, обеспечить себе успех и привлечь внимание научных и предпринимательских кругов, Буйен пытался широко опубликовать свое изобретение, путем распространения подробного описания устройства и выгод придуманных им „экипажей, катящихся по подвижным повертывающимся рельсам". Из отчетов французской Академии Наук[1] видно, что еще в 1871 г. Буйен представил Академии мемуар, содержащий описание „подвижных рельсов". Дать отзыв об этом сочинении было возложено на члена Академии Филлипса, но было ли это сделано и в чем заключался отзыв — в дальнейших отчетах указаний не имеется.

Другое упоминание мы встречаем в Бюллетенях французского общества поощрения национальной промышленности. В XIX томе за 1871 г., среди корреспонденции, рассмотренной в заседании 26 апреля и переданной секции механических искусств, значится представленный Буйеном проект „подвижных железных дорог с повертывающимися рельсами".

По этому же предмету в 1873 г. Буйеном были предложены новые соображения, рассмотренные в заседании 9 мая. Наконец, в протоколе заседания 27 июня того же года значится представленный Буйеном подробный проспект работы, которую он предполагает опубликовать под названием: „Описание изобретения экипажа, катящегося по подвижным повертывающимся рельсам и проходящего по всяким дорогам, по полям и по пустыням"[2]. Нужно думать, что речь здесь идет именно о том литографированном издании, экземпляр которого хранится в Библиотеке Академии Наук СССР.

---

[1] Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. Paris, 1871, t. 73, p. 1286.

[2] Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Paris, 1872—1873, 2-sér., t. XIX, p. 465; t. XX, pp. 526, 568.

Высказываемая автором проекта уверенность в успехе своего изобретения, выражаемая им смелость и предприимчивость не позволяют думать, что он ограничился простым опубликованием проекта. Не подлежит сомнению, что подобно многим другим изобретателям-новаторам Буйен обращался к соответствующим лицам и учреждениям, пытаясь осуществить свою идею. К сожалению, в литературных источниках того времени не удалось найти каких-либо указаний. Повидимому, изобретение Буйена прошло незамеченным современниками и, во всяком случае, было основательно забыто впоследствии. Об этом свидетельствует тот уже указанный факт, что в новейших работах, затрагивающих историю изобретения гусеничного экипажа, нигде о нем не упоминается.

Задачей дальнейшего исследования является проследить судьбу этого столь опередившего свое время, проекта и установить, в какой мере идеи Эдуарда Буйена оказали влияние на дальнейшую историю изобретания вездеходного гусеничного экипажа, получившего в наше время широкое применение и как мирное орудие хозяйства, и как грозное средство разрушения и боя.

P. P. ZABARINSKIJ

SUR l'HISTOIRE DE l'INVENTION DU CHAR DE COMBAT

L'article présente la description d'une voiture à chenilles, proposée par l'inventeur français E. Bouij sous le nom „la voiture roulant sur des rails mobiles tournants“. L'invention se rapporte à l'époque des 70-êmes années du siècle écoulé; elle est décrite dans un manuscrit lithographié, publié à Marseille en 1874. Une copie de ce manuscrit fut envoyée par l'inventeur même au Président de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg; elle est découverte tout récemment par l'auteur de l'article dans la bibliothèque de l'Académie. L'invention de Bouij était restée évidemment inconnue jusqu'à présent malgré tout son intérêt énorme.

On y trouve pour la première fois l'idée technique du tank moderne et des projets qui frappent par leur profondeur de prévoyance et appréhension non seulement de toute une série de questions générales, mais des problèmes techniques spéciaux, qui n'ont pas été résolus jusqu'à présent par les meilleurs constructeurs de nos jours.

La date de cette invention et quelques-unes des questions spéciales, mentionnées dans cet article, contribuent des informations nouvelles à l'histoire du militarisme contemporain.

А К А Д Е М И Я   Н А У К   С С С Р
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. I, вып. 5

С. Я. Лурье

МНИМЫЙ „ПОРОЧНЫЙ КРУГ“ У КАВАЛЬЕРИ

В IV томе „Хрестоматии по истории математики“ Вилейтнера мы на стр. 76 читаем (по поводу предложения XXIV 2-й книги „Геометрии“ Кавальери): „$\Sigma\, AEC = 8\, \Sigma\, BMC$. В подтверждение этого Кавальери не дает, даже на полях, ссылки на предыдущее изложение. С л е д о в а т е л ь н о (sic! разрядка моя. *С. Л.*) доказательство этого утверждения отсутствует“.

Так как доказательство, по мнению Вилейтнера, отсутствует, он счел себя обязанным восстановить ход рассуждений Кавальери. „Мы без труда убедимся,— говорит он затем,— если на самом деле построим квадраты на неделимых и, таким образом, и самые пирамиды, что последние — подобны и относятся, следовательно, одна к другой, как 1 : 8,— если только теорема о подобных пирамидах доказана. Но доказательство этой теоремы основывается, опять-таки, тем или иным путем, на объеме пирамиды, а необходимая для этого основная теорема и служит еще предметом доказательства. С л е д о в а т е л ь н о, м ы и м е е м з д е с ь н е ч т о в е с ь м а п о х о ж е е н а п о р о ч н ы й к р у г. Здесь вся суть в логической последовательности. Но не в этом была сила Кавальери. Мы попросту принимаем правильность этого утверждения на веру“ (разрядка моя. *С. Л.*).

Следовательно, патер Гульдин был безусловно прав, считая способ доказательства Кавальери (даже с точки зрения тогдашней математики) ненаучным, а восхищение, с которым говорят о Кавальери и его работе Галилей („соперник Архимеда“), Торичелли („божественный Кавальери“, „безбрежный океан геометрии Кавальери“), Паскаль, Валлис и Лейбниц, является совершенно необоснованным!

В виду того, что во вводном исследовании к моему переводу сочинений Кавальери на русский язык я пытаюсь доказать, что труд Кавальери, по сравнению с современными ему, выделяется именно относительной математической строгостью и логическим совершенством,— я не могу не занять определенной позиции по отношению к приведен-

ным кратким замечаниям такого знатока, как Вилейтнер. Ведь, даже с самым знаменитым исследователем в области истории математики может случиться, что он в том или ином отдельном случае выставляет необоснованные положения и работает несколько поверхностно.

В одном, правда, можно безусловно согласиться с Вилейтнером,— а именно в том, что обычная ссылка на предшествующее изложение, действительно, отсутствует на поле у того места. В моих комментариях к Кавальери я неоднократно указываю на то, как неудовлетворительно было выполнено печатание его книги: пропуски такого рода — весьма обычны. Но если мы даже допустим, что в этом случае сам Кавальери забыл сделать соответствующую ссылку, то отсюда еще отнюдь не следует, что „доказательство этого утверждения отсутствует".

Вызвавшее критику Вилейтнера выражение Кавальери находится на стр. 150, строка 2 снизу (2-го издания „Геометрии"): „Треугольники *CEG* и *CMH* подобны, поэтому все квадраты *CEG* будут в восемь раз больше, нежели все квадраты *CMH*". Но доказательство этого содержится в той же книге, и, напиши Кавальери на поле: „[см. предл.] XIII этой [книги] и [предл.] XXII, следствие *F*", как он пишет обычно, — все было бы в порядке. Действительно, в II, 13 (стр. 125) указывается: „Все квадраты подобных параллелограммов, взятые, как по регулам, по сходственным сторонам, находятся в тройном отношении соответствующих сторон" (т. е. относятся, как кубы этих сторон), и далее (стр. 155, следствие *F*, раздел IV) отсюда на основании предложения XXII выводится заключение: „Все квадраты подобных треугольников будут в тройном отношении соответствующих сторон". Но так как в приведенном Вилейтнером предл. XXIV стороны *CG* треугольника $CEG\ (=AEC)$ относятся к соответственной стороне *CH* подобного треугольника $CMH\ (=BMC)$ как 2:1, то все квадраты треугольников *CEG* и *CMH* (или, в символах Вилейтнера, ΣAEC и ΣCMH) относятся между собою как 8 : 1. Следовательно, теорема доказана по всем правилам, и нет никаких следов порочного круга.

Быть может, однако, соответствующие доказательства Кавальери кажутся Вилейтнеру столь „неопрятными", что он предпочел обойти их молчанием? Как раз в данном случае такое предположение неправдоподобно, ибо предл. XIII — весьма несложно, а предл. XXII — единственное в первых шести книгах „Геометрии", которое доказывается методом Архимеда и поэтому представляется безупречным и с точки зрения современной математики.

Но дальше — еще хуже. По мнению Вилейтнера, Кавальери был обязан сначала доказать теорему о подобных пирамидах: „но доказательство этого основывается, опять-таки, тем или иным путем, на объеме пирамиды"; „так как, — продолжает он, — такое доказательство отсутствует в предшествующей части „Геометрии", то Кавальери повинен в этом случае в порочном круге".

К нашему изумлению, мы видим, однако, что и это (совершенно необоснованное) требование Вилейтнера случайно выполнено Кавальери, в предшествующем предл. XVII, которое занимает тринадцать страниц (133—145) и, следовательно, не может ускользнуть от внимания даже при самом беглом чтении, доказывается, что „все подобные тела (значит, и пирамиды. *С. Л.*) находятся между собою в тройном отношении соответственных линий или сторон, находящихся в этих подобных фигурах".

Итак, нельзя не притти к заключению, что и Вилейтнер, как, увы, весьма и весьма многие, не читал Кавальери от доски до доски, а черпал сведения из какого-то промежуточного источника. Мне кажется, что я этот источник нашел, — и последний оказался довольно мутным: это, повидимому, IV том „Истории математических наук" Мари.

Мари, к сожалению, слишком часто прочитывает только условия теорем и восполняет доказательства собственными домыслами. Что же касается, в частности, Кавальери, то Мари представляет дело так, будто Кавальери получает объемы фигур и тел путем суммирования рядов $1+2+3+4+\ldots$ или соответственно, $1^2+2^2+3^2+4^2+\ldots$ (IV, 71—72). На самом деле, это не имеет ничего общего с чисто геометрическим и основанным на пропорциях и подобии геометрических тел методом Кавальери; „поправка" Мари: „для краткости (sic!), мы при изложении метода Кавальери приняли, что преобразования были приблизительно такими, какими они сделались впоследствии" (стр. 75—76) — не спасает положения.

Стоит только внимательно прочесть „Определения" Кавальери (со „схолиями" и „приложениями") и уяснить себе постоянно повторяющиеся у него выражения, как то „регула", „парные касательные", „инцидента", „все линии" и т. п., — и предложение XXIV станет понятным без дальнейших рассуждений. Только в том случае, если начать изучение целостного и логически построенного сочинения Кавальери прямо с этой теоремы, ее смысл может остаться невразумительным или даже совсем непонятным. Между тем, Мари заявляет: „Никто не удивится, полагаю, если я скажу, что мне пришлось много раз перечесть этот ребус, прежде чем я разгадал (sic! разрядка моя. *С. Л.*) его смысл". Но если бы Мари, вместо того, чтобы „разгадывать" смысл „ребуса", внимательно прочел вводные определения, то его очень изящные, но крайне произвольные и неверные реконструкции были бы совершенно излишни. И вот, богатая фантазия Мари приводит его как раз к той реконструкции хода рассуждений Кавальери, с которой мы уже знакомы по Вилейтнеру:

„Квадраты, построенные на отрезках, отсекаемых внутри прямоугольника, образуют слои прямоугольного параллелепипеда, квадратное основание которого построено на основании прямоугольника и высота которого есть высота этого прямоугольника; а квадраты, построенные

на отрезках, отсекаемых внутри треугольника, образуют слои четырехгранной пирамиды, основанием которой также служит квадрат, построенный на основании треугольника, и высота которой есть высота этого же самого треугольника. Но пирамида, имеющая то же основание и ту же высоту, что и параллелепипед, есть треть последнего (вот она, нехватавшая и Вилейтнеру теорема о подобных пирамидах! *С. Л.*). Следовательно,

$$\lim_{n=\infty} \frac{\sum_1^n n^2}{n \cdot n^2} = \frac{1}{3} \ldots$$

Что же касается доказательства, почти столь же темного, как и вышеприведенное рассуждение, то я, быть может, несколько упростил его, предполагая уже заранее принятым, что пирамида есть треть параллелепипеда, но, насколько я понимаю, Кавальери пользовался этой известной теоремой для доказательства выставленного им положения — с тем, чтобы вслед затем воспользоваться этим же положением для подтверждения того обстоятельства, что теория неделимых дает способ измерения объема любой пирамиды" (итак, мы у первоисточника вилейтнеровской теории порочного круга у Кавальери!).

Трудно предположить, чтобы столь поразительное совпадение рассуждений Мари и Вилейтнера было совсем случайным; может быть, от чтения книги Мари у Вилейтнера осталась смутная реминисценция, которая и оказалась роковой при составлении „Хрестоматии".

Если спросить себя дальше, откуда взял Мари свою теорию, то и это отгадать не трудно. Дело в том, что Мари, деликатно выражаясь, более внимательно читал „Геометрические опыты", нежели самую „Геометрию" (да и своим читателям он рекомендует читать только „Опыты"!) и из „первого опыта" (стр. 52, № 27) он мог без труда усмотреть, что в то время Кавальери, как видно из приложенного им рисунка, доказывал XXIV предложение при помощи теоремы об объеме пирамиды. Эта же последняя теорема является в „Геометрии неделимых" следствием предложения XXIV (предл. XXXIII, следствие I, раздел IX, стр. 185); отсюда и вывод — у Кавальери здесь порочный круг.

Действительно, Кавальери был недоволен своим содержащимся в „Геометрии" доказательством XXIV предложения. Уже за восемь лет до выхода в свет „Геометрии" он нашел доказательство для объема конуса, которое не основывается на предложении XXIV; может быть, это доказательство было (mutatis mutandis) тождественно с доказательством в „Опытах". Так, 30 апреля 1627 г. Кавальери писал Галилею (из Пармы во Флоренцию, „Труды Г. Галилея", национальн. издание, т. XIII, № 1813) следующее: „И я нашел еще наглядное доказательство того, что цилиндр в три раза больше конуса, которое (доказательство) я (до сих пор) находил только путем приведения к абсурду,

т. е. доказывая моим способом, что все квадраты параллелограма будут в три раза больше всех квадратов любого из двух треугольников, составленных проведенной в параллелограме диагональю, причем общей регулой служит одна из сторон, для чего я пользовался 9-й теоремой 2-й книги Евклида". Здесь речь идет о предложениях XXII и XXIV в их окончательном виде (доказательство путем приведения к абсурду заключается в предл. XXII, ссылка на Евкл. II, 9 — в предл. XXIV; стр. 159, строка 14 снизу), и уже тогда Кавальери считал лучшим способом доказательства теоремы об объеме конуса (и, соответственно, пирамиды) „наглядное доказательство". Несмотря на это он не захотел внести в „Геометрию" какие-либо изменения.

В 1647 г., когда появились его „Опыты", Кавальери уже владеет новым способом; так же, как и в 1627 г., он доказывает теорему об объеме пирамиды непосредственно, без теоремы XXIV; первая, наоборот, становится теперь леммой для предл. XXIV. И на этот раз теорема об объеме доказывается при помощи неделимых. Но метод „Геометрии" и метод „Опытов" — два совершенно независимых один от другого параллельных способа доказательства (чего, очевидно, Мари не заметил), так что о порочном круге не может быть и речи.

Правда, сам Кавальери находил ход доказательства предложения XXII неудовлетворительным. Однако, то, что он считает в этом доказательстве недостаточно убедительным, Вилейтнер никоим образом не может поставить ему в вину — ведь это как раз есть тот самый строгий архимедов метод, к которому Кавальери намеренно не прибегал во всех остальных теоремах: „Вышеприведенное предл. XXII, — говорит он в „Опытах" (стр. 52), во всей „Геометрии неделимых" [поскольку речь идет о той ее части], в которой применяется первый метод [т. е. в книгах I—VI „Геометрии"], — единственное, которое доказывается путем приведения к абсурду; тем не менее, чтобы читателю стало ясно, что все может быть доказано непосредственно при помощи сказанного первого метода, я счел нужным прибавить и это предложение к предыдущим". Точно так же Кавальери уже в 1627 г. был чрезвычайно доволен тем, что он доказал эту теорему путем „наглядного доказательства", а не архимедовым методом „от противного". Подобно Торичелли, Паскалю и Лейбницу, Кавальери считал свой „неопрятный" метод бесконечно малых не только более сжатым и плодотворным, но и более убедительным, нежели строгий архимедов, и видел в единственном содержащемся в его книге доказательстве по строгому методу Архимеда ее органический недостаток, который он в течение 20 лет (1627—1647) старался устранить.

Но не только легенда о порочном круге идет от Мари: родоначальником легенды о трудности и туманности „Геометрии" Кавальери является тот же Мари. На стр. 90 своей „Истории" он с присущей ему напыщенностью говорит: „Если бы выдавали премии за

невразумительность, он (Кавальери), по моему мнению, получил бы бесспорно первую награду. Его решительно невозможно читать — вы на каждом шагу принуждены его разгадывать. Он поэт, несомненно, но только в смысле vates (прорицатель)" и т. д. и т. д. Эта характеристика повторяется М. Кантором и Дж. Лориа.

Когда ученый создает совершенно новую терминологию и целый ряд новых понятий, которые, к сожалению, впоследствии не вошли в научный обиход, то каждый, желающий читать его труды, должен овладеть этой терминологией, — иначе чтение будет для него не только трудно, но и вообще невозможно. Если же это предварительное условие выполнено — чтение Кавальери никак нельзя назвать трудным; нынешнего читателя скорее раздражает утомительная обстоятельность объяснений, вызванная отсутствием алгебраической символики. Если же, с другой стороны, уже Галилей говорил, что „Геометрия" Кавальери „кажется темной" и что он „из-за преклонного возраста не в состоянии понять столь трудный предмет" (письмо Кавальери к Галилею от 12 сентября 1634 г.; № 2988 национальн. издания), — то эти высказывания, как я надеюсь доказать в вышеназванном введении, касаются исключительно лишь философского обоснования теории неделимых, к которой Галилей относился резко отрицательно. Эта теория содержит, на самом деле, лишь о д н у логическую ошибку, которую правильно подметил Гульдин; в остальном же она с точки зрения нынешней математики гораздо строже, чем теории бесконечно-малых у преемников Кавальери, не исключая Паскаля и Лейбница. Впрочем, обо всем этом — в другом месте.

„Мораль сей басни такова": математическая наука стала в настоящее время столь разветвленной дисциплиной, что отдельному исследователю абсолютно невозможно критически охватить ее историю во всем объеме. Неизбежно приходится в некоторых областях черпать сведения из вторых рук. Даже такой мастер, как Вилейтнер, остается совершенно самостоятельным лишь в отдельных областях истории математики, — например, в аналитической геометрии. Отдельный исследователь уже не может ни написать совершенно самостоятельно историю математики, ни даже составить хрестоматию по ее истории. Нет больше на свете Демокритов и Леонардо да Винчи, и коллективная работа становится совершенно необходимой для осуществления подобных предприятий.

A. LURIA

EIN ANGEBLICHER ZIRKELSCHLUSS BEI CAVALIERI

In diesem Aufsatz beweist der Verfasser, dass Wieleitner („Mathematische Quellenbücher", IV, S. 76) mit Unrecht Cavalieri einen Zirkelschluss zuschreibt. In der Prop. XXIV des 2. Buches der „Geometria" Cavalieris werden keine solche Voraussetzungen benutzt, die Wieleitner als unausgesprochen, aber hinzugedacht annimmt. Es fehlt freilich bei diesem Satze eine sonst übliche Rückverweisung am Rande, aber das ist nur ein Druckfehler; die Randbemerkung: „XII huius & F. XXII" ist ausgefallen. Der Satz ist also regelrecht bewiesen, und hier ist kein Zirkelschluss zu bemerken. Trotz Wieleitners Behauptung war zwar Cavalieri keineswegs verpflichtet, zuerst den Satz über die ähnlichen Pyramiden zu beweisen, und doch ist diese (ganz unberechtigte) Forderung Wieleitners zufällig von Cavalieri erfüllt worden; und zwar in der Prop. XVII, welche in dem Text 13 Seiten einnimmt, und also keinem auch sehr flüchtigen Leser entgehen kann.

Die Übereinstimmung der Ausführungen Wieleitners mit denen von Marie („Histoire des sciences mathématiques", Bd. IV) legt die Vermutung sehr nahe, dass Wieleitner in diesem Falle seine Information nicht unmittelbar aus Cavalieri, sondern nur aus Marie geschöpft hat.

А. Г. Грумм-Гржимайло

К ИСТОРИИ ВВЕДЕНИЯ КУЛЬТУРЫ ВИНОГРАДА В КИТАЕ

Работы по изучению мирового сортимента культурного и дикого винограда, проводившиеся в течение последних четырех лет в секции виноградарства Всесоюзного института растениеводства под непосредственным руководством проф. М. Г. Попова,[1] привели к следующему ценному открытию. Средняя Азия, как оказалось, является мировым центром разнообразия культурных столовых винoградов, тогда как страны Средиземноморья и юго-западной Азии можно считать лишь центром разнообразия культурных винных виноградов. Все культурные среднеазиатские винограды характеризуются крупной ягодой, преимущественно не круглой и не черной окраски, с слабо-кислотным соком, листьями преимущественно голыми, с сильным ростом куста. Ягоды среднеазиатских виноградов пригодны исключительно для еды, дают идеально сухой фрукт, но мало пригодны для виноделия по причине недостаточной кислотности и букета.

Обратную картину мы видим у виноградов Среднеземноморья и югозападной Азии; они отличаются, как выяснилось, преимущественно мелкой и средней ягодой, мелкими гроздьями, слабым ростом куста, сильно войлочным снизу листом, и, наконец, винными качествами — большой кислотностью сока (от 8 до 18 г на литр).

Исследования М. Г. Попова в отношении дикого винограда привели к еще более выдающимся открытиям. Оказалось, что ареал *Vitis silvestris* на востоке доходит только до западного Копет-Дага.

Что касается до остальной огромной части Средней Азии, то здесь всюду обнаружено нахождение настоящего дикого *Vitis vinifera*,[2] у которого встречаются только обоеполые и

[1] М. Г. Попов. Проблема происхождения культурного винограда. 1932 г. (рукопись) За разрешение использовать данные этой работы для настоящей статьи приношу автору искреннюю благодарность.

[2] До сих пор некоторые ботаники (акад. В. Л. Комаров, Н. Н. Шавров, В. И. Масальский, М. А. Тупиков, проф. П. А. Баранов) склонны были видеть в нем лишь одичавший культурный виноград.

женские лозы. Более того, в отличие от признаков, столь характерных для *V. silvestris* (всюду мелкая черная круглая ягода и лист почти цельный с открытой черешковой выемкой и войлочным опушением на нижней стороне), ягоды у среднеазиатского дикого *V. vinifera* чрезвычайно разнообразны и по форме, и по окраске, и по величине. Так, например, в отношении окраски в диком винограде Средней Азии наблюдались все вариации, какие известны у культурного винограда. Кроме того, дикие винограды Средней Азии имеют преимущественно голые листья. Эти два подвида дикого винограда различаются не только морфологически, но и экологически. Дикий *V. vinifera* растет на высотах, превышающих 1000 м., поднимаясь до 2280 м; он произрастает не во влажных тенистых лесах, как *V. silvestris*, но в сухих светлых ущельях гор, обычно на каменистой почве.

Новейшие открытия М. Г. Попова не только вносят существенные изменения в ампелографию, но и позволяют нам разрешить историческую проблему вхождения дикого винограда в культуру.

„В Средней Азии,—пишет он,—виноград только и мог быть непосредственно введен в культуру. В странах же Средиземноморья это не могло случиться по той причине, что плодущие женские лозы *V. silvestris* не плодоносят сами по себе, подсаживать же к ним мужские для их опыления еще не научились древние земледельцы. Культура винограда в Средиземноморьи началась только тогда, когда туда достигли обоеполые среднеазиатские лозы. Только тогда и стало возможным не только выращивать эти лозы, но и сажать женские местного происхождения, которые опылялись чужеземными обоеполыми".

Несомненно, что в странах Средиземноморья имела место широкая гибридизация между *V. vinifera* и *V. silvestris*, приведшая к созданию обширного средиземноморского сортимента культурного винограда, который является значительно более поздним, чем среднеазиатский, и в котором признаки *V. silvestris* перемешаны с признаками *V. vinifera*.

Разрешение проблемы происхождения культурного винограда открывает широкие перспективы и для установления исторического процесса передвижения этой культуры по странам мира и, в частности, позволяет понять исторический ход введения культуры винограда в Китай. Последним вопросом интересовались, начиная с 50-х годов прошлого столетия как многие виднейшие синологи, так и крупнейшие ампелографы, но по понятным причинам не могли притти к исчерпывающим выводам. Это и побудило нас снова пересмотреть вопрос, используя данные новейшей ампелографии, с одной стороны, и указания древних китайских анналов, с другой.

Как известно, ареал рода *Vitis*, захватывая большую часть северного полушария, является разорванным. Основная масса его видов

(около 40) сосредоточена в Северной Америке. Второй крупный центр видового его разнообразия (около 20 видов) лежит в восточной Азии, главным образом, в собственном Китае, в бассейнах Желтой и Голубой рек, доходя на севере до Амура, на северо-востоке — до о. Сахалина, Японских островов, а на юге спускаясь в тропические области Индокитая и Индонезии. Наконец, еще два центра, о которых мы уже упоминали, занимают: первый — южную Европу и северную Африку, второй — юго-западную Азию до Гиндукуша и Тянь-шаня.

Виды дикого винограда восточной Азии очень разнообразны и некоторые из них крайне оригинальны по сравнению с обычным виноградом, но с практической стороны они не представляют интереса, не будучи в большинстве случаев съедобными и не обладая винными качествами. Почти то же можно сказать и в отношении большинства северо-американских видов дикого винограда, о чем свидетельствует малая успешность попыток американцев улучшить их путем селекции.[1]

Низкие хозяйственные качества местного дикого винограда и явились причиной того, что китайцы не делали попыток введения его в культуру, хотя издавна пользовались некоторыми полезными его свойствами в медицинских целях. Так, виноградный сок от ягод *Vitis bryoniaefolia* употреблялся ими с давних времен как мочегонное средство и при тифозных заболеваниях для предупреждения тошноты, а корень этого же винограда — при воспалении нижней части брюшной полости у женщин; отвар корневой коры *V. corniculata* применялся для пресечения раковых и других опухолей; ягоды *V. flexuosa* — как общее укрепляющее средство; слизистый корень *V. pentaphylla* — как средство при ожогах, разного рода укусах и др. воспалительных кожных процессах и т. д.[2]

Таким образом, не отсутствие творческих способностей у китайцев в деле использования местных растительных ресурсов, как думали Th. Sampson[3] и некоторые другие авторы, толкнуло китайцев на интродукцию среднеазиатских сортов культурного винограда, а отсутствие годного для введения в культуру исходного материала внутри страны.

Первое знакомство китайцев с культурным виноградом (*V. vinifera*) и с виноградным вином относится ко времени посещения Средней Азии известным китайским путешественником, впоследствии полководцем Чжан-Цянем, посланным в 128 году до нашей эры императором Ву-ди для заключения военно-наступательного союза с государством Юэ-чжи, владевшим в то время Бактрией[4] и Согдианой, против

---

[1] См. известную монографию P. Viala, — Ampélographie, Paris, 1910.

[2] G. A. Stuart. Chinese Materia Medica, pp. 457—458. Schanghai, 1911.

[3] Grapes in China. Notes and Queries on China and Japan, III, № 4, pp. 50—54.

[4] Время падения греко-бактрийского государства Страбов („География", перевод с греческого Ф. Г. Мищенко, М., 1872) относит к 128 г. до н. э., а A. Saint-Martin (Fragments d'une histoire des Arsacides, II, p. 68) считает более точным 129 год.

Хуннов. По этому поводу мы находим в китайских анналах следующие указания:

В „Ши-цзи", в частности в главе, посвященной описанию Да-юани (Ферганы), говорится, что в Да-юани вино приготовляется из винограда и в большом количестве хранится на складах в течение многих лет, не подвергаясь порче. Там виноградное вино является столь же обычным напитком, как люцерна — обычным кормом для коней. Посланец из Китая Чжан-Цянь привез с собой на родину семена той и другой культуры, и с этого времени император Ву-ди стал возделывать виноград и люцерну на наиболее продуктивных почвах. [1]

Факт интродукции Чжан-Цянем среднеазиатского культурного винограда и люцерны в Китай подтверждается и в „Описании западных стран", составляющем часть „Истории Ханьской династии" („Хань-шу-си-юй-чжуань") и в позднейшем сочинении „Мын-цуань-цза-янь". [2]

О занесении культуры винограда в Китай из Ферганы свидетельствует и китайское название винограда „пу-тао" (p'u t'ao), существующее в Китае со времени императора Ву-ди. Оно несомненно иранского происхождения, на что указывает, между прочим, и ново-персидское название винограда „бада". [3]

В свое время некоторыми авторами (Tomaschek, [4] Kingsmill, [5] Hirth [6]) делались попытки произвести китайское название винограда „пу-тао" от греческого botrys (кисть винограда), причем названными авторами высказывалось предположение, что культура винограда проникла в Среднюю Азию из Средиземноморья вместе с греческой цивилизацией. В настоящее время эта гипотеза опровергнута не только историческими фактами, [7] но и ботаническим изучением сортиментов среднеазиатских и средиземноморских виноградов, о чем говорилось уже выше. К тому же имеются все основания предполагать, что греческое слово botrys семитического происхождения. [8] Таким образом, факт первичного возникновения культуры винограда в Средней Азии не подлежит сомнению.

Нельзя допустить, конечно, что весь сортимент винограда, возделываемый в настоящее время в Китае, был результатом деятельности одного Чжан-Цяня. Несомненно, что опыты интродукции винограда

---

[1] B. Laufer. Sino-Iranica. Chinese contributions to the history of civilisation in ancient Iran with special reference to the history of cultivated plants and products. Chicago, 1919, p. 221.

[2] Th. Sampson. Op. cit. p. 51.

[3] Подробно см. у C. Horn. Neupersische Etymologie, S. 155.

[4] Sogdiana. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 1877, p. 133.

[5] Journ. of the China branch of the R. Asiatic Soc., vol. V, XIV, 1879, pp. 519.

[6] Fremde Einflüsse in der chinesischen Kunst. Sonderabdruck aus der Beilage zur „Allgemeinen Zeitung", №№ 147 und 148, 1898.

[7] B. Laufer. Op. cit., p. 226.

[8] Muss Arnolt. Transactions Amer. Phil. Assoc., vol. XXIII, 1892, p. 942.

в Китай повторялись. Мы знаем, например, из „Истории Ханьской династии", что китайский полководец Ли Гуан-ли, совершивший в промежуток времени с 104 до 100 г. до нашей эры два знаменитых похода на Да-юань (Фергану), покорив по пути все малые и крупные владения Восточного Туркестана, по возвращении на родину доставил императору Ву-ди ферганский виноград.[1]

Виноград доставлялся в Китай из отдельных государств Средней Азии также и в качестве дани и подарков. Так, например, в „Описании Турфана („Гао-чан-го-чжуань") отмечается, что в 540 г. н. э. к императору из династии Бэй-Вэй, владевшему Северным Китаем до р. Ян-цзы-цзян, в г. Дай (ныне г. Да-тун-фу в провинции Шань-си), отправлено было из Турфана посольство с данью, заключавшей в числе прочих предметов местного производства и виноград. В „Истории династии Ци" (Ци-шу), правившей Южным Китаем в период с 479 по 502 г., говорится, что некто Ли Юань-чжун доставил большую партию винограда императору, за что получил от последнего богатые подарки. В буддийских летописях г. Лояна, древней столицы северного Китая (в пров. Хэ-нань к югу от Желтой реки), отмечается предание, что в окрестностях местного монастыря возделывался виноград, некогда доставленный из Средней Азии, и что он пользовался настолько хорошей славой, что даже сам император имел обыкновение ежегодно посещать виноградные плантации в период созревания плодов.[2]

Таковы краткие исторические сведения об интродукции винограда в Китай. Каков же основной сортимент культурного винограда в Китае? Согласно китайским сочинениям — „Гуань-чжао" (127 г. н. э.), „Юянь-цза-цзу", „Нань-бу-синь-шу" (581—618 гг. н. э.), „Бэнь-цао-гань-му-ши-и" (1650 г. н. э.) и другим источникам, устанавливается, что одними из наиболее распространенных виноградов в Китае являются сорта:

„Шу-чан" — (в переводе „кристальный") — белый виноград с восковым налетом, словно обсыпанный рисовой пудрой, по форме крупный и продолговатый, на вкус чрезвычайно сладкий. Происходит из Средней Азии. По всей вероятности, это сорт „Хусейне белый".

„Ма-жу" — (в переводе „кобылье молоко") — розовый, крупный, продолговатый, сладкий, ароматный. Согласно „Бэнь-цао" он назван китайцами так потому, что по своей форме очень напоминанает сосок у кобылы, а по своим вкусовым качествам настолько хорош, что может вполне конкурировать с кумысом — любимым напитком Средней Азии. Был интродуцирован в Китай в 640 г., во времена императора Тай-цзюва из Турфана.

„Цзи" — крупный черный виноград. Согласно „Бэнь-цао", это один из сортов, завезенных в Китай Чжан-Цянем.

„Лю" — белый, сладкий, почти бессемянный. Это белый кишмиш.

---

[1] Laufer. Op. cit., p. 228.

[2] Sampson. Op. cit., p. 51.

„Сосо" — очень мелкий (величиной с зерно перца), почти круглый, интенсивно красный по цвету, очень сладкий и приятный на вкус. Имеет значение и в китайской медицине, будто бы предотвращая оспу у детей. Происходит из Турфана.[1] Возможно, что это один из розовых „женских" сортов вроде „як-дана-ляа-льис", так как коринок в Средней Азии не встречается.

Несмотря на краткость и неполноту этого списка, мы можем заключить, что преобладающее значение среди культивируемых в Китае виноградов приобрели столовые и изюмные сорта, влияние Средней Азии в происхождении которых несомненно. В этом списке группа винных сортов винограда почти отсутствует. Исключение составляет лишь сорт „ма-жу", который, как отмечалось выше, вывезен был в Китай из Турфана в 640 г. нашей эры. Ко времени введения его в культуру китайские анналы приурочивают и возникновение в Китае виноделия.

Как виноградарство, так и виноделие получили распространение в Китае лишь в пределах северных его провинций. На юге, повидимому из-за мало благоприятных местных климатических условий (обилие летних осадков), виноградарство не привилось. Китайский император Кан-си (1662—1722) объясняет это тем, что „в южных провинциях Китая виноград теряет обычно присущие ему вкусовые качества, тогда как на севере, где виноградные лозы располагаются, как правило, по сухим каменистым склонам гор, виноград при своем созревании чрезвычайно ароматен и сладок".[2]

Если мы сопоставим эти данные с экологическими особенностями среднеазиатских виноградов, о чем говорилось выше, то станет понятно, почему на юге, где опыты введения культуры винограда ограничивались лишь среднеазиатскими сортами, все попытки населения привить эту культуру терпели неудачу.

Первое знакомство китайцев с средиземноморским виноградом относится лишь к 1712 г., когда и введены были в Китае винные сорта из южной Франции при ближайшем участии иезуитов Stampf'a, Suarez, Bouvet и Patrenin'a.[3]

---

[1] Sampsoa. Op. cit; p. 53.
[2] Mémoires concernant les Chinois, vol. IV, 1779, pp. 417—472.
[3] Laufer. Op. cit., p. 285.

A. GRUMM-GRŽIMAILO

CONTRIBUTION À L'HISTOIRE DE L'INTRODUCTION DE LA VIGNE EN CHINE

Il est connu que la vigne cultivée en Chine n'est pas d'origine indigène. Selon l'ancien ouvrage chinois „Chi-Ki" la première introduction en Chine de la vigne cultivée (*Vitis vinifera* L.) se rapporte à l'époque du voyage en Asie Centrale de l'illustre général chinois Tchang K'ien, envoyé en 128 avant J. C. dans les pays occidentaux par l'empereur Wou-ti pour conclure avec l'état de Youé-tchi (qui possédait alors la Bactriane et la Sogdiane) une alliance militaire offensive contre les huns.

L'introduction de la culture de la vigne en Chine du Ferghana est attestée non seulement par les sources chinoises anciennes, mais aussi par les données linguistiques: le nom chinois du raisin „pou-tao", qui date du règne de 'empereur Wou-ti, est incontestablement d'origine iranienne, comme l'indique entre autres le nom du raisin en persan moderne „bada".

Certains auteurs (Tomaschek, Kingsmill, Hirth) ont tenté de faire dériver le mot chinois „pou-tao" du grec botrys (grappe de raisin), émettant en faveur de cette hypothèse la supposition que la vigne cultivée a pénétré en Asie Centrale de la région méditerranéenne simultanément avec la civilisation grecque. A l'heure actuelle, cette hypothèse est démentie non seulement par les faits historiques, mais aussi par les résultats de l'étude botanique des variétés de vignes de l'Asie Centrale et de la région méditerranéenne. Les travaux de l'Institut de production végétale de l'URSS (Dr. M. Popov) ont établi que l'Asie Centrale constitue le centre de diversité des raisins de table, alors que les pays méditerranéens et l'Asie sud-occidentale ne peuvent être reconnus que comme le centre de diversité des raisins de cuve. Mieux encore — tandis que dans les pays méditerranéens croît une sous-espèce de vigne sauvage *Vitis silvestris* Roth., qui n'a que des fleurs femelles, on a découvert en Asie Centrale le véritable *Vitis vinifera* L. spontané, qui présente à côté de plantes femelles des plantes hermaphrodites. D'où la conclusion que la vigne n'a pu être directement introduite dans la culture qu'en Asie Centrale, alors que dans la région méditerranéenne sa culture n'a commencé qu'avec la pénétration des cépages hermaphrodites provenant de l'Asie Centrale.

On ne peut admettre, certainement, que toutes les variétés de vigne, cultivées au jourd'hui en Chine, proviennent uniquement des introductions effectuées par Tchang-K'ien. Il est hors de doute que les essais d'introduction s'y sont renouvelés, comme l'attestent les annales chinoises.

Parmi les variétés de raisins les plus répandues en Chine on peut mentionner:

„Chow-tch'ang" („cristallin") — raisin blanc à pruine cireuse, comme saupoudré de poudre de riz, à grosses baies allongées, extrêmement sucrées.

Originaire d'Asie Centrale. (Selon toute vraisemblance il s'agit du „Khousseiné blanc").

„Ma-jou" — grosses baies allongées, roses, sucrées. Introduit en Chine du Tourfân en 640, sous le règne de l'empereur T'aï-tsing.

„Tsi" — raisin noir à grosses baies. D'après le „Pen-ts'ao" c'est une des variétés, importées en Chine par Tchang-K'ien.

„Lieou" — blanc, sucré, presque asperme (c'est un kichmiche blanc).

„Soso" — très petites baies (de la grosseur d'un grain de poivre) subglobuleuses, d'un rouge intense, très doux et de goût agréable. Originaire du Tourfân (c'est peut-être une des variétés „femelles" roses dans le genre du „yak-dana-laya-liss").

Cette liste, bien que brève et incomplète, permet de se faire une idée sur l'importance primordiale, parmi les raisins cultivés en Chine, des variétés de table et de caisse, provenant incontestablement de l'Asie Centrale. Le groupe des variétés de cuve y fait presque entièrement défaut, à la seule exception de la variété „ma-jou" qui, comme nous l'avons déjà mentionné, a été introduite du Tourfân en 640. Les annales chinoises font dater de cette époque le début de l'oecologie en Chine.

Ce n'est qu'en 1715 que les Chinois firent connaissance pour la première fois avec le raisin méditerranéen, lorsqu'on a introduit en Chine les variétés de cuve du sud de la France, avec la participation active des jésuites Stampf, Suarez, Bouvet et Patrenin.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. I, вып. 5

В. А. Каменский

ШВЕДСКАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ XVIII ВЕКА В КАРТИНАХ ГИЛЛЕСТРЕМА

(Sixten Rönnow. Pehr Hilleström och hans bruksoch bergverksmälningar ett Konsthistoriskt, bidrag tili Kännedomen om arbetsbildens ikonografi. Akademisk avhandling. Stockholm 1929)

Докторская диссертация S. Rönnow'a, посвященная шведскому художнику XVIII — начала XIX в. Пэру Гиллестрему, занимает особое место в литературе по истории живописи, в частности среди других шведских работ (напр. Siren'a и Cederblom) [1] об этом художнике. Она рассматривает живопись Гиллестрема под углом зрения шведской металлургической техники XVIII в., примыкая в этом отношении к ряду работ, появившихся в XIX столетии и посвященных проблеме изображения производственных процессов, рабочего и техники в искусстве (Schmidt'a, Riess'a, Brandt'a и др.). [2]

Книга самого Rönnow'a—не первое его исследование в этой области. Он известен уже в Швеции как автор ряда работ, связанных с историей шведского горнозаводского производства и его изображения в искусстве. [3] Своеобразие самого художника, в течение многих лет изучавшего и во всех технических подробностях изобразившего работу на рудниках, на медных и железных заводах Швеции (более 120 кар-

---

[1] Siren, Oswald. Pehr Hilleström d. ä., väfvadren och målaren, hans lif och hans värk. Stockholm, 1900. — Cederblom Uerda. Pehr Hilleström, som Kulturskildrare, I, Stockholm, Uppsala, 1927.

[2] Brandt, Paul. Das Problem der Arbeit in der bildenden Kunst. Düsseldorf und Leipzig, 1913.

Его же. Schaffende Arbeit und bildende Kunst, I—II, Leipzig, 1927 — 1928.

Riess, Morgot. Der Arbeiter in der bildenden Kunst. Berlin, 1925.

Schmidt, R. W. Die Technik in der Kunst. Stuttgart. 1922.

Springer, August. Arbeiter und Kunst. Stuttgart. 1911.

[3] Rönnow, Sixten. Den svenska särnhanteringens historia, i Ord och Bild 1926, Stockholm, 1926.

Его же. Iernkontorets samlingar av svenska begs historiska bilder, i Iernkontorets „Annaler", 1925. Uppsala, 1925.

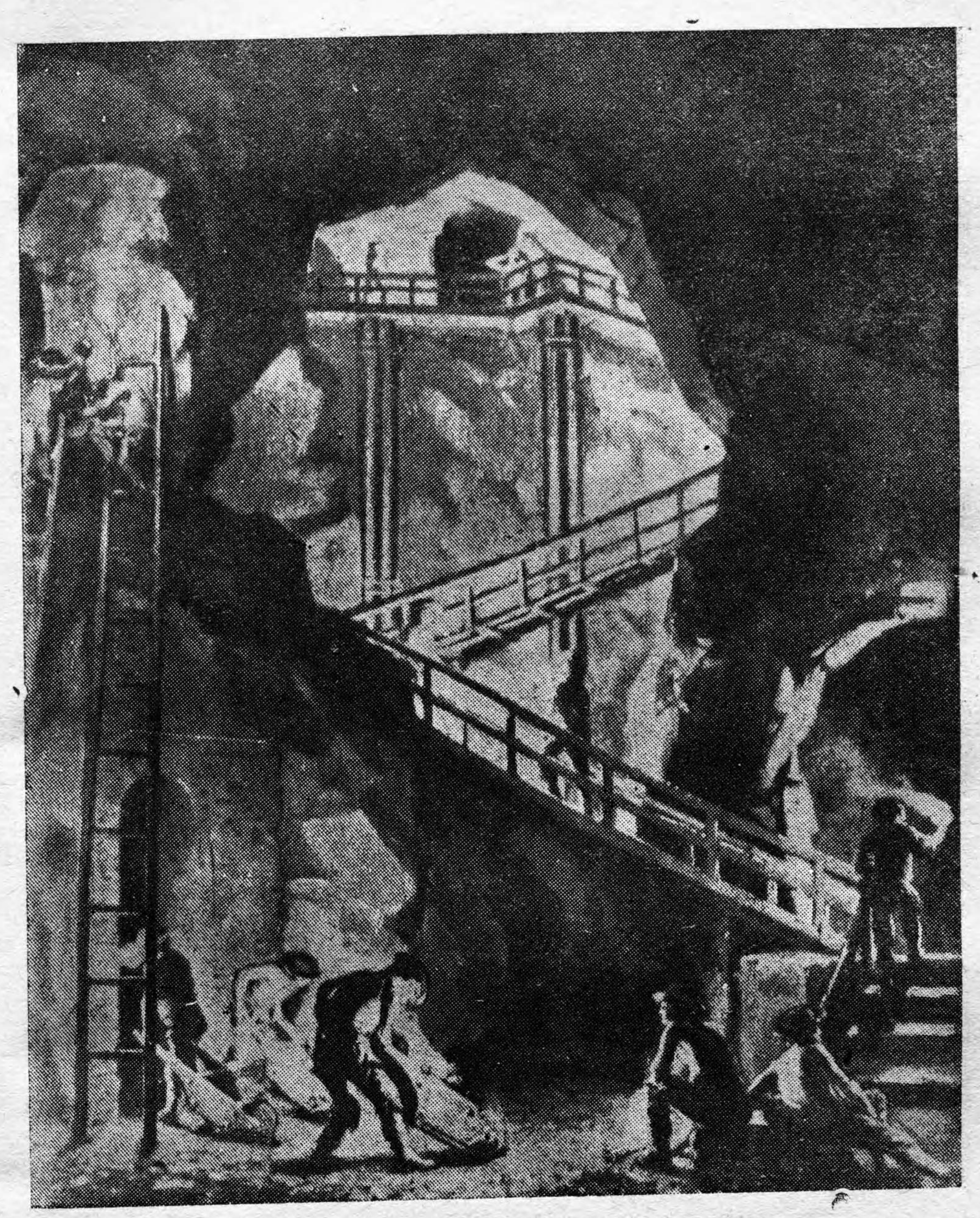
Его же. Svenska järnbruk i Iandskaskonten i lordenkont 1929. Stockholm, 1929.

тин производственного содержания) дает право автору рассматривать живопись Гиллестрема как „единственную в своем роде энциклопедию в красках“ шведской металлургической техники XVIII в. и изучать картины этого художника „с точки зрения тех технологических процессов, которые он изображает“.

Автор монографии указывает, что тематика Гиллестрема (производственный процесс во всех его стадиях и технических деталях) необычна для того искусства — живопись XVI—XVIII вв., — с которым он генетически и по своему характеру связан, в котором технические моменты в качестве „низких тем“ вводятся обычно лишь как фон для эпизодических сюжетов, например, мифологического содержания (ср. „Аполлон в кузнице Вулкана“ Веласкеза и др.).

Исключительное место, занимаемое Гиллестремом в истории живописи, выдвигает двойной вопрос: 1) об исторических корнях этого искусства, которые должны быть обнаружены в состоянии шведской металлургии того времени, с учетом ее значения в общей системе хозяйства, политической и культурной жизни страны; 2) о значении живописи Гиллестрема как источника для истории шведской металлургической техники конца XVIII в. Изложение построено таким образом, что предусматривает постановку этих двух вопросов и дает богатый материал для ответа на них. Первая глава вводного характера заключает обозрение горнозаводской иконографии в европейской живописи; вторая — биографического содержания — вскрывает индивидуальные и социальные корни искусства Гиллестрема; третья посвящена Гиллестрему как художнику; в четвертой, на основе анализа первой главы и отчасти третьей, дается общая характеристика горнозаводской живописи Гиллестрема, устанавливается своеобразие художника, занимающего специфическое место среди других мастеров европейского искусства, давших изображения металлургического производства; подробный анализ картин, посвященных горному делу (изображение работ в Фалунском медном руднике), медному и железному производству (главы V и VI), основан на привлечении обильного исторического материала, касающегося состояния шведской металлургии, начиная с XVII по конец XVIII в., и вскрывает ряд деталей производства, характеризующих металлургическую технику конца XVIII в.; в VII главе рассмотрены картины стекольного производства (Гиллестрем оставил также изображения шведской стекольной мануфактуры конца XVIII в.) и последняя, критическая, дает разбор суждений о Гиллестреме в литературе по истории искусства (общие работы и специальные монографии).

Книга Rönnow'а имеет большое значение для историка техники в качестве публикации мало известного и совершенно не используемого в специальных работах (по истории металлургии) иконографического



Фиг. 1. Одна из орт Фалунского рудника. 1781 г.



Фиг. 2. Медеплавильное производство — процесс „sulu". 1781 г.

материала,[1] который рассматривается автором под углом зрения истории техники и на основе глубокого изучения истории хозяйственного и технического развития Швеции XVII — начала XVIII вв. (автор использовал большую литературу историко-экономического и историко-технического характера, а также ряд ценных источников как старопечатных, так и архивных, в частности касающихся истории горного производства, например, на знаменитом Фалунском руднике). Для историка техники ценность книги определяется тем значением, какое подробно изображенное Гиллестремом шведское металлургическое производство, в виду высокого уровня, достигнутого им в конце XVIII в., имеет для характеристики металлургической техники накануне промышленного переворота вообще (по технике металлургическое производство, изображенное Гиллестремом, должно быть отнесено к эпохе, предшествующей промышленному перевороту).

В то время как в Англии на основе перехода металлургических процессов на минеральное топливо происходят коренные изменения в главнейших технологических процессах производства железа (коксоугольная домна, работающая чугунными цилиндрическими воздуходувками, приводимыми в действие от паровой машины, замена „кричного" способа пудлингованием, новые методы литья цельных пушечных болванок и т. д.), Швеция остается при старых способах производства (древесно-угольная домна с вододействующими клинчатыми мехами, кричный способ переделки чугуна в железо, отливка орудий по „сердечникам и пр.).[2]

Цветущее состояние шведской металлургии в конце XVIII в., подготовленное предшествующими успехами горнозаводского дела, являющееся „базисом индустриального прогресса и подъема" страны, основой ее культурного развития и международного значения (роль торговли металлом, в частности снабжение Англии железом и пр.), составляет и тот „базис", на котором вырастает искусство Гиллестрема.

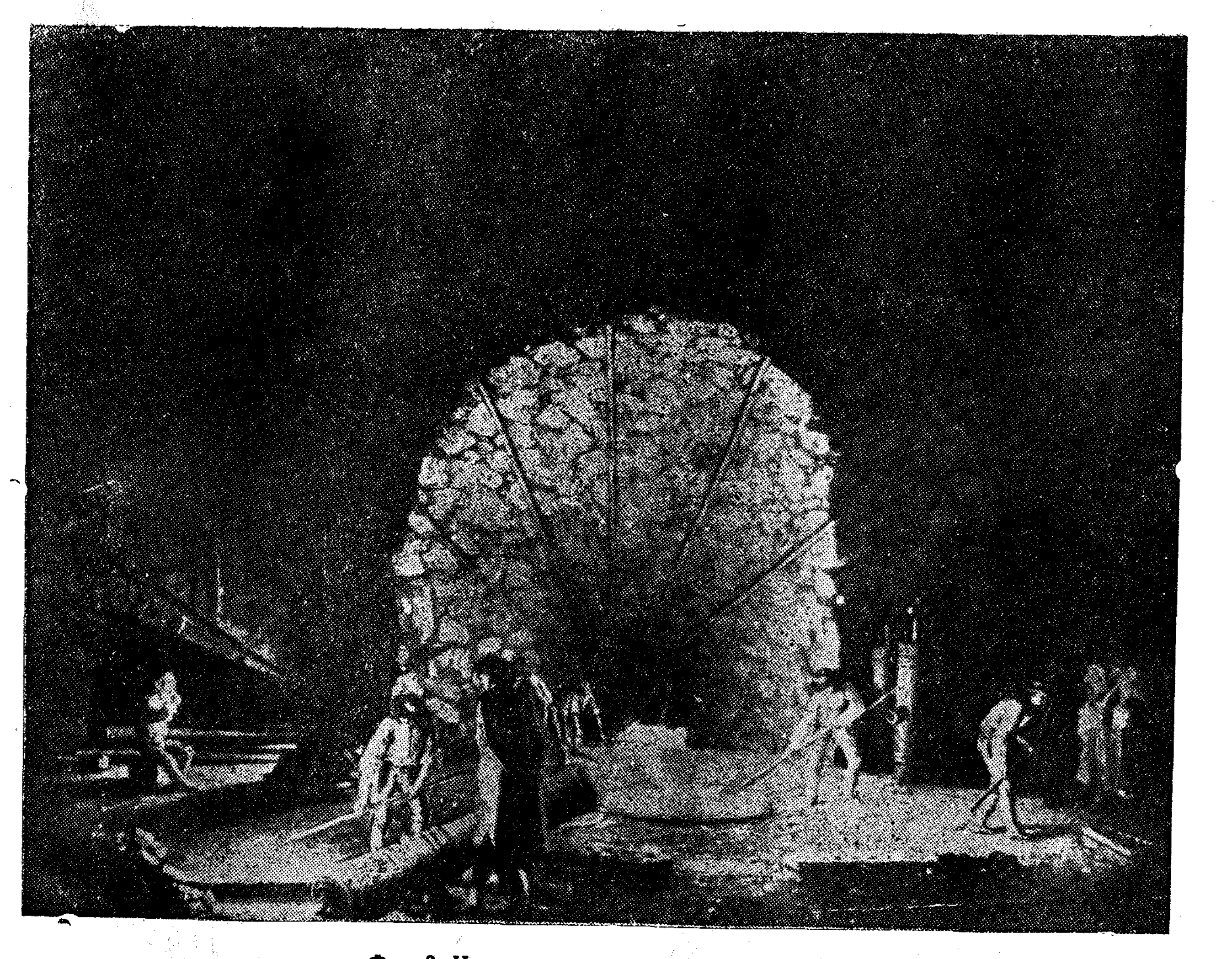
[1] Следует отметить, что в огромном большинстве сочинений по истории живописи имя Гиллестрема, этого мастера „золотого века" шведской культуры, в лучшем случае лишь упоминаается, и то лишь в качестве живописца придворного быта, в то время как в качестве бытописателя горно-заводского производства он оставался вне поля изучения.

[2] Квалифицируя шведскую металлургическую технику конца XVIII в. как технику периода до промышленного переворота, следует оговориться, что указанные старые способы производства, применявшиеся в стране, были доведены там до высокой степени совершенства подобно тому, как и современная Швеция, сохраняющая целый ряд „архаизмов" в металлургии и применяющая старые способы производства (производство кричного железа, доменные заводы, [в конторах нередко красуются портреты всей династии их владельцев, иногда начиная с XVIII в.,] сохраняющие в оборудовании и в организации трудовых процессов приемы в роде загрузки печи вручную с лотков и пр.), в пределах этих способов и „архаизмов" достигает огромных успехов и самых высоких технических показателей.

Вторая предпосылка, обусловившая искусство Гиллестрема, заключается в конкретной хозяйственно - политической ситуации страны (в конце XVIII в.), которая определяется, с одной стороны, повышенными требованиями, предъявляемыми государством к металлургической промышленности в условиях огромного роста английской металлургической промышленности и возрастающей конкуренции России в международной торговле железом, с другой—напряженной работой в этой отрасли, приобретающей значение „узкого места" — решающего участка экономической и политической жизни. Если учесть эти моменты, уясняется историческая значимость работ Гиллестрема, специфичность этого художника, в частности те социально-политические тенденции, которые резко выступают в его технологической живописи, и становится понятной необычная фигура „придворного художника", который начинает свою карьеру в качестве коврового ткача при дворе шведского короля, который затем, будучи отправлен для обучения в Париж, где он знакомится с Шарденом и Буше, после возращения на родину пишет (как „шведский Шарден") картины придворного быта, а на 50-м году жизни спускается в медный Фалунский рудник для изучения горного производства, чтобы с этого момента, оставаясь придворным художником „просвещенного деспота Густава III", окончательно „спуститься" до необычных для придворного мастера сюжетов — изображения работ в рудниках, медных плавильнях, доменных заводах, кричных и якорных кузницах и проч. Художник годами изучает производства в главных центрах горнозаводской промышленности Швеции и пишет десятки картин с изображением огненного действия. „Романтик огненного освещения", „шведский Рембрандт" рисует озаренные живым металлургическим пламенем фигуры, выступающие то как черные силуэты на фоне пылающего огня, то как светлые блики в светлой полосе от раскаленного металла на темном фоне погруженной во мрак мастерской, фигуры рабочих, выпускающих чугун из домен, отливающих пушки и ядра, „выламывающих" и „отковывающих" железные крицы, сваривающих якоря и т. д.

Автор монографии рассматривает циклы картин Гиллестрема, посвященных горным работам и металлургическим производствам, в последовательности отдельных процессов, всюду опираясь на источники историко-экономического и технического характера.

Останавливаясь на картинах, изображающих работу в Фалунском медном руднике, автор подчеркивает отдельные моменты и детали, характеризующие технику производства на одном из лучших в то время рудников, который приезжали осматривать специалисты из разных стран (отметим посещение В. Н. Татищева во втором двадцатилетии XVIII в). Эта серия картин Гиллестрема представляет действительно большую ценность для изучения горнозаводской техники XVIII в.; на ряду с прогрессивными методами („порохострельная работа") здесь изображены и более отсталые приемы, практиковавшиеся еще там в начале XVIII в.;



Фиг. 3. Чугуннолитейное производство. 1790 г.

(„нажигание горы“ дровами); показана клиновая работа на высоких лестницах, прислоненных к стенам рудника, или системах лестниц с помостами; организация внутрирудничного транспорта (между прочим, имеется изображение деревянных рельсовых путей); конные машины; инструментальные мастерские внутри рудника для ковки и точки инструмента. [1] Детали, рисующие технику производства и одну из самых тяжелых форм физического труда в недрах земли в условиях нестерпимого жара и духоты, изображенные у Гиллестрема и описанные путешественниками (свидетельства приводятся), автор сопоставляет со статистико-экономическими данными, характеризующими масштабы производства на этом в то время величайшем в мире руднике, составлявшем основу горнозаводской промышленности Швеции и шведского государственного хозяйства вообще.

В конце XVIII в. на Фалунском руднике работало до 500 рабочих, а для подъема руды на конных машинах было 20 лошадей. Несмотря на то, что продукция этого рудника, доходившая в середине XVII в. до 4000 т в год, вследствие сокращения работ, вызванного обвалом, уменьшилась к середине XVIII в. более чем вдвое (до 1400 т), все же эта „жемчужина“ страны продолжала играть главную роль в государственном бюджете (поступления от рудника занимали первое место среди других государственных доходов Швеции).

Изученное там же близ Фалунского рудника имевшее целый ряд особенностей медное производство [2] представлено художником в ряде картин, рисующих обе последовательные стадии металлургического процесса: первичную плавку с целью удаления серы и других примесей (pl. 10) и вторичную окончательную плавку „råkopparsmältning“ (pl. 11, 12, 13).

---

[1] Анализа искусства Гиллестрема с живописной стороны здесь не касаемся. Отметим лишь, что кроме большого мастерства в изображении металлургического пламени и отсветов сияющих во мраке рудников факелов, что побуждает автора сближать его с мастерами „светотени“ Caravaggio, Honthorst, Schalken и др., а также в изображениии динамики трудовых процессов, картины производств Гиллерстрема, работавшего ранее для придворного театра Густава III, отличаются замечательной архитектоничностью в расположении отдельных деталей внутри „сцены“, внутренним единством и сосредоточенностью с точки зрения зрительного восприятия отдельных элементов „огненного действия“.

[2] Медеплавильное производство в Фалуне отличалось, прежде всего, своими масштабами. Так, операция очистки меди в гаргертах превосходила масштабом более, чем втрое этот процесс, напр., в Гарце (вместо $^{1}/_{3}$ т. более $1^{1}/_{2}$ т.). Фалунская медеплавильная печь типа крум-офена имела особое устройство: яма помещалась не у передней стены, как обычно, но находилась внутри печи, и выпуск производился сквозь боковую стену. Самые технологические процессы отличались от обычных методов. И. Шлаттер в своем „Обстоятельном описании рудного плавильного дела...“ указывает на то, что в Фалуне медная плавка производится „сходственно во многом с плавкой в домне железных каменных руд, потому что расплавленное остается в печи, а не вытекает из оной, как то обыкновенно бывает“.

Шведское железное производство, прогрессировавшее в течение XVII—XVIII вв. технически и развивавшееся экстенсивно, играло важнейшую роль в хозяйстве страны, обусловливая главную статью шведского экспорта (до 50—60 тыс. тонн полосового железа в год, половина которого шла в Англию, принужденную вследствие топливного кризиса, вызвавшего сокращение доменной промышленности, ввозить железо для своей железной и стальной мануфактуры из Швеции и России).

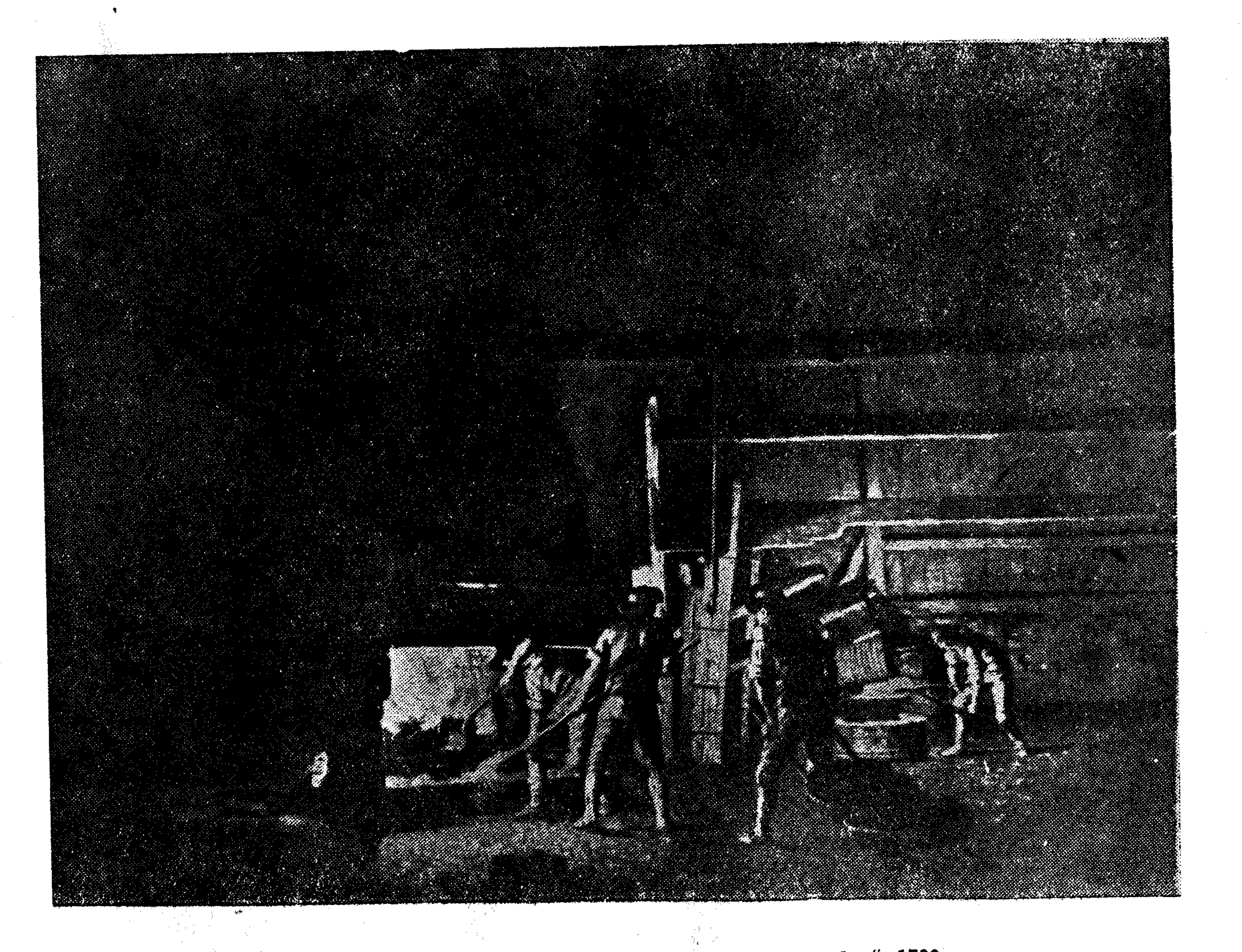
Железное производство в изображении Гиллестрема представлено в книге прежде всего серией деревенских кузниц. Эта серия, как и другие картины Гиллестрема, отличается от аналогичных изображений XVIII в. английского художника Joseph'a Wright'a of Derby (1734—1797), бельгийского Leonard'a Defrace'a из Льежа (1734—1797) и других, полнотою изображения деталей техники железного ремесла. (Гиллестрем представил, например, различные методы ковки с одним, двумя и тремя молотобойцами: klensmedja med en smed iarbere (pi. 21), två smeder (22) и tre smeder (23); на ряду с этим показаны инструменты, изделия кузницы, отдельные детали процесса: раздувание мехов и т. д.

В этих производственных interieru'ах, как и на других картинах Гиллестрема, воспроизводятся черты, рисующие данное производство, в настоящем случае технику железного ремесла, и со стороны его социально-бытовых условий; так, например, на картине, воспроизведенной в книге под № 24, дано изображение кузницы, связанной под одной кровлей с жилищем кузнеца, куда непосредственно ведет лестница из кузницы.

Неизмеримо большее, однако, значение для истории техники имеет несколько серий картин, рисующих различные стадии производственного процесса шведской железной мануфактуры конца XVIII в., представленные в книге в основных моментах (доменный процесс в отдельных стадиях — загрузки, выпуска металла, литье, разные методы выплавки железа и горячая металлообработка). Подобно медному, Гиллестрем изучал железное производство в главных центрах его (Uppland, Sódermanland) и дал изображение типичных для конца XVIII в. шведских железных мануфактур, разбросанных по лесистым рекам, работавших „водою" и на древесном топливе (в Швеции имелось в конце XVIII в. несколько сот вододействующих кричных „заводов").

Историко-технический комментарий автора к картинам Гиллестрема подчеркивает отдельные черты и детали, которыми обусловливается их ценность как источников для истории шведской металлургической техники.

На картине „Выпуск чугуна из домны Форсмаркского завода" (Interior av „radstagam" i Beckingemasungn vid Forsmarkg bruk i Uppland, 1793, pl. 33) представлена сыплющая искрами ослепительная струя расплавленного металла, которая дает возможность рассмотреть работу „при выпуске", своеобразие солидной кладки шведской домен-



Фиг. 4. Производство кричного железа „немецким способом“. 1790 г.

ной печи, особенности устройства свода, который был впервые введен в Швеции как раз на этом заводе шведским инженером Свен Ринманом.[1]

Другая картина дает технику литья ядер (разливка ковшами) и пушек (в то время в Швеции отливка производилась еще с „сердечниками") — отрасль шведского производства, имевшая мировое значение в XVII—XVIII вв. (экспорт пушек во Францию, Испанию, Португалию, Голландию; отметим русские заказы в Швеции, а также подарок пушек Карлом XII Петру I — незадолго до начала русско-шведской войны).

Производство пушек не только на „коронных" заводах, но и на частных предприятиях, как и в Англии в XVII—XVIII вв., было строго регламентировано и находилось под контролем государства. На картине Гиллестрема, изображающей литье пушек и ядер, представлен государственный чиновник, инспектирующий завод и наблюдающий за ходом производства — центральная фигура на переднем плане.

Стадию производства железа, — „кричный процесс", для изучения которого Гиллестрем специально посетил железные заводы близ знаменитого железного рудника в Даннеморе (в северной части провинции Uppland), он представил в тех особенностях, которые характеризуют оба главнейшие практиковавшиеся на ряду с разнообразными другими в Швеции в XVII—XVIII вв. способа: так называемый „валонский" метод, насажденный в стране в середине XVII в. (распространенный как раз в указанной провинции) и более древний (для Швеции) немецкий.[2] На этих полотнах представлены различные моменты тяжелой физической работы с раскаленными крицами под палящим действием горнового пламени (переворачивание крицы, „выламывание" ее, отковка под молотом), показано устройство молотовых станов, горнов, мехов, освещенных изнутри горна, со стороны фурмы, установка которой составляла секрет мастера (для сокрытия этого секрета установка в конце недели уничтожалась, чтобы быть вновь восстановленной в начале следующей недели). Серии кричных интерьеров с немецкой техникой (tysksmedja) противостоят изображения валонских методов (vallonsmides metoden) с их дифференциацией производственного процесса, ведущегося „малыми крицами" последовательно в двух различных горнах (smältarehärden и räckarehärden); технические особенности того и другого способа выступают у Гиллестрема в цельных картинах производственного процесса.[3]

---

[1] Описание шведской домны XVIII в., ее устройства и производственного процесса дано современником Гиллестрема Garney'ем в книге, изданной им в 1791 г. под заглавием „Handledning uti Svenska Masmästeriet. Есть немец. перевод Lampadius'а и Börner'а. 1800 г.

[2] Исторически развитие двух методов прослеживается с XVI в.

[3] „Немецкий способ" был вытеснен из практики так называемыми „ланкаширскими" горнами, заимствованными из Англии в начале XIX в.; „валонским" же методом до настоящего времени производится лучшее в мире кричное железо на металлургических заводах Швеции.

Процесс „горячей“ металлообработки дан серией, отражающей отрасль производства, имевшую в Швеции, наряду с пушечным литьем, мировое значение, — ковкой якорей, которая составляла монополию одного Седерфорского завода (в Uppland).

Эта работа представлена в деталях, рисующих и масштабы производства и некоторые характерные тенденции, проявляющиеся внутри мануфактурного производства накануне промышленного переворота. Так например, на одной из картин изображена сварка изготовлявшихся отдельно частей якоря, посредством гигантского кузнечного молота— „Геркулесовой палицы“ („Herkules-släggan eller-klubban“), который, будучи подвешен над наковальней, опускался усилием многих людей мастером в точку, где производилась сварка—прообраз парового молота с кинематической точки зрения). На другой картине через открытую дверь, якорной кузницы показана глубокая перспектива производства огромного по тому времени „якорного завода“. Эта серия в историко-техническом отношении интересна изображением внутрицехового транспорта — системы поворотных деревянных кранов, приводимых в движение усилием нескольких рабочих, посредством канатов с лебедками, системы, характерной для якорных кузниц, где ковались тяжелые объекты.

Произведенный Rönnow'ым анализ живописи Гиллестрема, вскрывающий ее значение как источника для истории металлургической техники, дает в то же время, на основе широкой исторической картины развития шведской горнозаводской промышленности, материал для понимания происхождения этого искусства и его специфического характера. Нельзя безоговорочно согласиться с подчеркиванием автором „демократической тенденции“, присущей искусству Гиллестрема, и сближением его с изображениями физического труда в эпоху „развития индустриализма и демократии“ у Millet, Meunier, Menzel'я и др. Утверждение, что темой искусства Гиллестрема является „технологический процесс — работа как таковая“, а не interieur'ы или люди, безусловно справедливо, но самое изображение этих процессов глубоко отлично от приемов художников XIX в., что находит себе объяснение в той экономической и социально-политической основе, на которой возникает это искусство и характерные черты которой получают прямое в нем отражение, придавая ему определенную социальную окраску.

Наиболее яркими в этом отношении являются несколько картин, изображающих „нисхождения“ королей в глубины рудников. Если настоятельная нужда в металле, вызывавшая пересоздание русской металлургической промышленности в начале XVIII в., побуждала Петра I в эпоху русско-шведской войны, „царственными руками“ ковать железные крицы на Олонецких заводах, то та же нужда в металле в Швеции в конце XVIII в., та же реально сознаваемая зависимость „короны“ от интересов металлугического производства — главного экономического ресурса страны, — поставщик в эпоху войны Швеции с Россией и с Данией

Фиг. 5. Производство кричного железа „валлонским способом“. 1784 г.



Фиг. 6. Якорная кузница Седерфорского завода. 1787 г.

военного вооружения,—принуждала короля спускаться в шахты, устраивая так сказать, „выездные сессии" королевского совета в глубине рудника, снабжавшего военные заводы металлом. Король Густав III делал, несколько таких „нисхождений": одно из них, совершенное в 1788 году, было изображено Гиллестремом. На глубине 210 м в высеченном в горной породе зале („Rödsalen"), освещенной факелами, происходило заседание совета. На картине представлен король со свитой: перед ними стоят горные чины и владельцы заводов и шахт, получающие от него привилегии на свои предприятия. Намеченная в глубине, как светлый блик, сцена придворного быта, изображающая „хозяев", выступает сквозь темную рамку вырисовывающихся на переднем плане черных силуэтов рабочих; тут же конная водоотливная машина, а с другой стороны — тележка с рудой, везомая лошадью; это — та производственно-трудовая почва общественно-экономической, политической и культурной жизни страны, [1] которая в напряженных условиях конца XVIII в. начинала колебаться под ногами „хозяев", которая побуждала „корону", „короля аристократа", совершать свои „нисхождения" в глубину рудников, а из придворного художника сделала бытописателя горнозаводского производства.

В то время как на картинах художников французского рококо представлены веселящиеся эпигоны феодальной знати или интимные сцены домашней жизни буржуа, у шведского ученика Буше и Шардена, „хозяева" с их „дамами" наблюдают, как плавят медь, льют пушки, отковывают железные крицы, подчаркивая величием поз и элегантностью жестов напряженную динамику, трудового процесса. Однако сквозь это величавое спокойствие проступает неослабное внимание, с каким они следят за производством, судьбы которого, из-за все возроставшей конкуренции России, никогда так не занимали их, как в эпоху, когда быстрое развитие английской металлургии на вновь созданной технической основе уже угрожало оттеснить Швецию с занятых ею мировых позиций, [2] поскольку для нее уже ясно обозначалась, согласно песни

---

[1] Обусловленность социально-экономической и культурной жизни Швеции в XVII—XVIII вв. состоянием и ростом основной экономической базы страны — ее горнозаводского производства—может быть прослежена, начиная от развития металлургической науки (Сведенборг, Полем и др.), городов с их культурною жизнью в центрах металлургического производства и пунктах, экспортирующих железо за границу (ср. шведское „выражение brukskultur") и до горнозаводской живописи Гиллестрема.

[2] Еще в 1750 г. по поводу постановления английского парламента о сложении пошлин с импортного американского железа, иностранная коллегия в России указывала сенату, что если бы удалось понизить цену ва русское железо, импортируемое в Англию, и изготовлять его по образцам, присланным английским посланником, то Россия победила бы Швецию на английском рынке. Из России ежегодно доставлялось в Англию от 4000 до 5000 бочек железа (в бочке 62 п. 10 ф.), из Швеции — от 18 000 до 20 000 (превосходство Швеции заключалось, кроме того, и в том, что железо шло „прутами разной величины"). Через десять лет, в то время как шведский импорт, в виду бре-

английских рабочих металлистов XVIII века, перспектива скорой необходимости „убираться к чертям“ с английского рынка, так как с развитием каменноугольной домны и пудлингования Англия переставала нуждаться в своем главном поставщике железа.

Но, как показывает Гиллестрем, „хозяева“ не только являются наблюдателями производства, но и устраивают в лице королевского двора, подобно выездным сессиям совета, и своеобразные веселые „сессии“ для своих пиров в глубоких шахтах рудника. Гиллестрем дал изображение „нисхождения“ Густава IV Адольфа в 1794 г. в штольню Нептун, на глубине 292 м, где горная компания воздвигла колоссальную симфолическую картину из факелов, образующих монограмму короля и регента. Подземный зал озарен светом огромной люстры из факелов, свешивающейся с потолка. На авансцене — эстрада из ряда столов, где восседает король со свитой; перед ними — сменяющиеся вновь подносимыми кушанья и напитки. Горные чины и шахтовладельцы стоят почтительно поодаль. В глубине, во мраке, прорезываемом светлыми

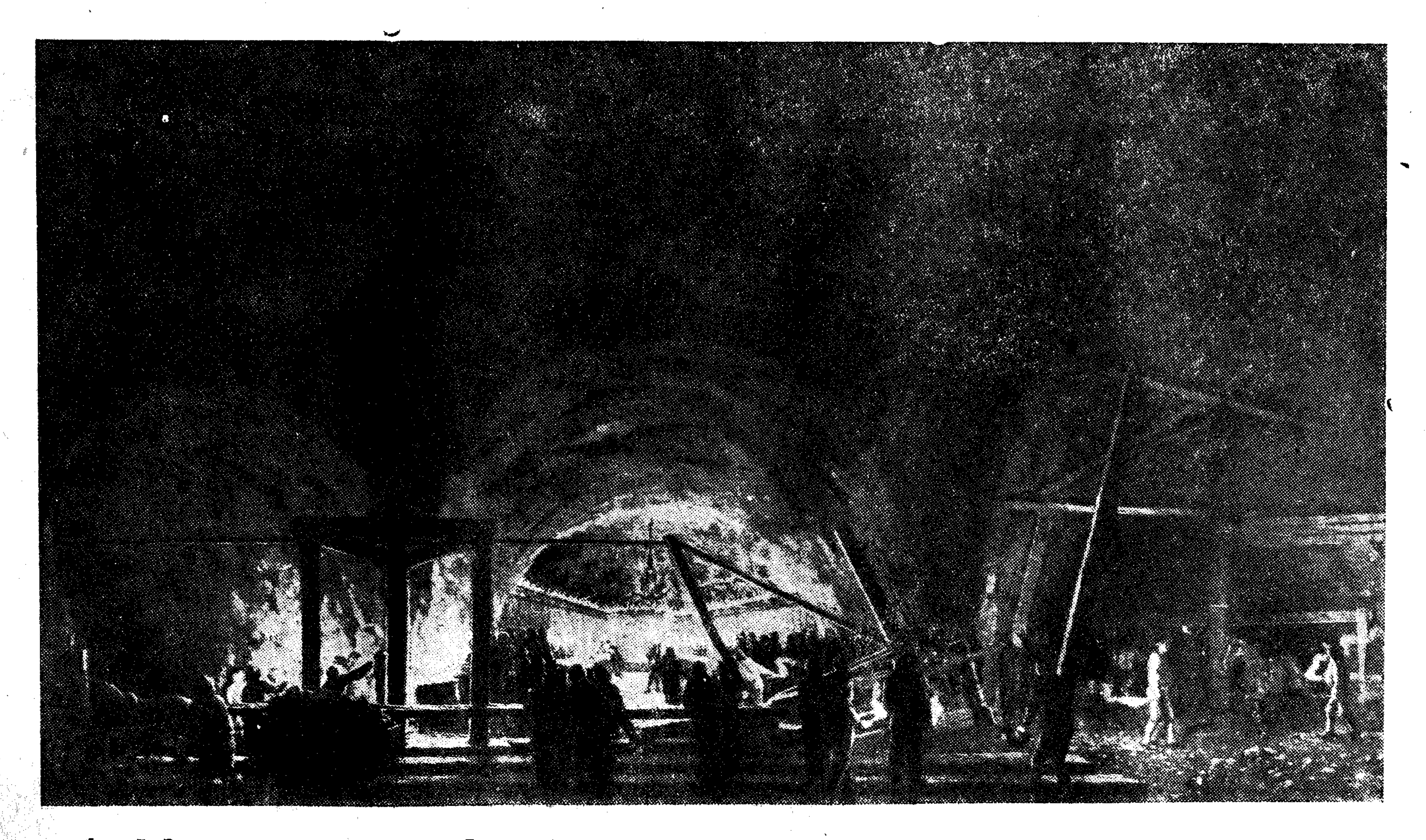
жения лесов в стране и закрытия некоторых заводов, оставался на том же уровне, русский достиг уже 20 000 „бочек“. В течение последних десятилетий XVIII века не только происходит дальнейший рост русской металлургической продукции и экспорта железа, но некоторые усовершенствования в русской металлургической технике переносятся из России в Швецию. (картина обратная той, которая имела место в XVII—нач. XVIII века). Так, особого типа опрокидная вагранка, применявшаяся на Баташевских заводах, устанавливается на шведском пушечном заводе в Newequarn'е в Зюдерманданде, принадлежащем Silswersparre, где отливались нообычайной крепости пушки, служившие до 15 лет.

Швеция внимательно следит за развитием как русской, так и английской металлургии в последней четверти XVIII века. Шведский инженер Норберг, посетивший Архангельск в 1786 г. говорит о том, что хотя по своему плохому качеству русское железо, экспортируемое через Архангельск, и не может пока конкурировать со шведским, однако „с точки зрения количества этот экспорт железа не должен не дооцениваться“, тем более, что количественно он все возрастает, а качество железа может улучшиться. В подтверждение своей мысли он приводит данные об увеличивающемся экспорте железа через Архангельск:

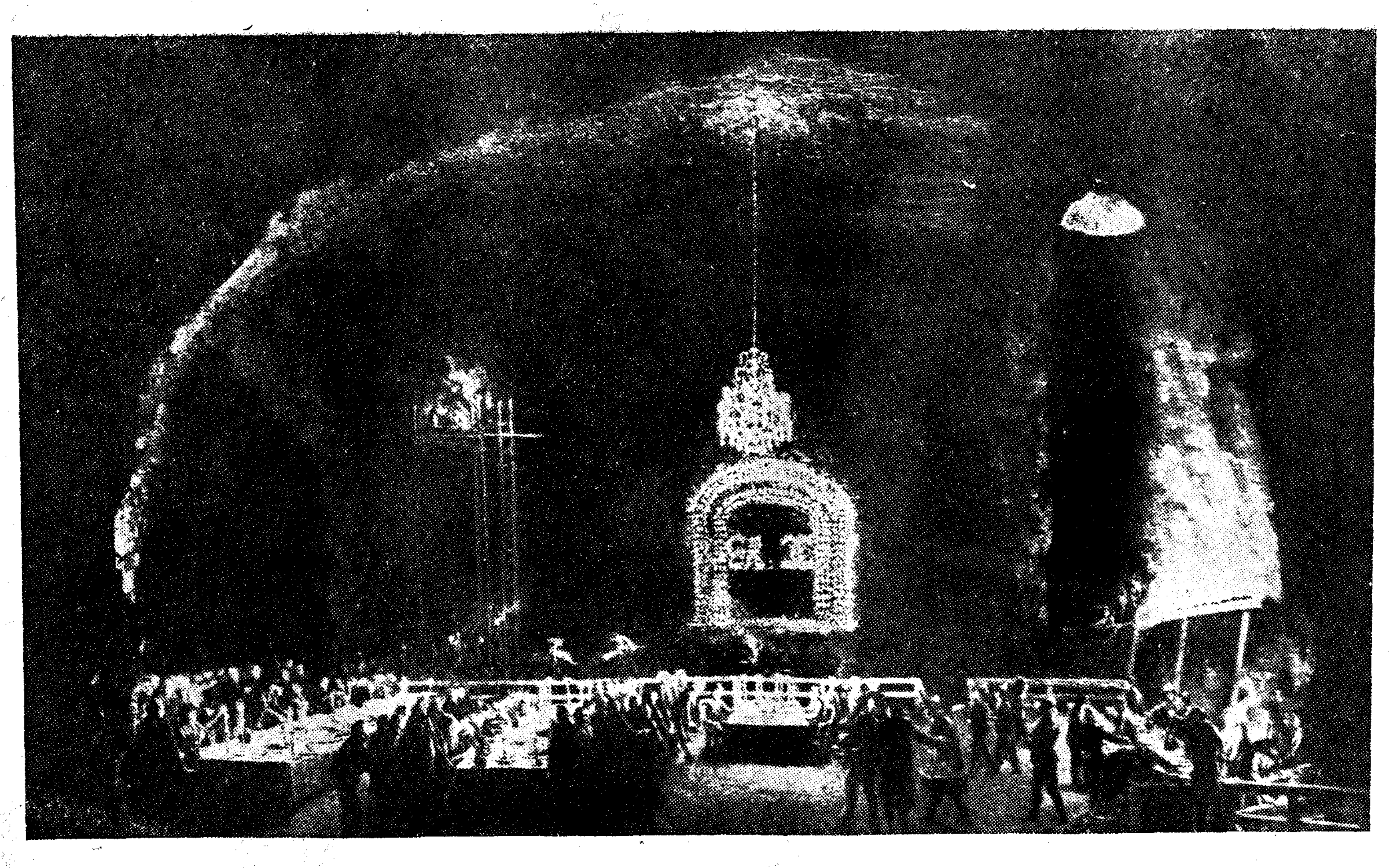
в 1779 г.	26 443 пуда	1783 г.	65 512 пуда
„ 1780 „	40 788 „	1784 „	111 540 „
„ 1781 „	36 909 „	1785 „	136 899 „
„ 1782 „	32 364 „	1786 „	144 783 „

Другого шведа, наблюдавшего на рубеже XVIII—XIX вв. результаты гигантского роста английской коксоугольной металлургии, поражала непривычная для него напряженность грузооборота в пределах заводских площадок, обилие железнодорожных линий между рудниками, копями, заводами, энерговооруженность английской металлургии. Ему казалось, что на английских доменных заводах больше паровых машин, чем в Швеции—классической стране многочисленных железных вододействующих мануфактур и гидравлических колес.

Статистико-экономические данные, касающиеся мировой металлурги конца XVIII—начала XIX вв. свидетельствует о перемещении центра тяжести из Швеции в Англию, поскольку по основным статьям металлургической продукции, напр., по чугуну и др., Швеция уступает Англии первое, России—второе место, сама занимая третье.



Фиг. 7. Заседание королевского совета в глубине медного рудника — „нисхождение“ короля Густава III. 20 сентября 1788 г.



Фиг. 8. Королевский банкет Густава IV в орте „Нептун“ Фалунского рудника. 14 июля 1794 г.

точками факелов, — согнутые над тачками с рудой спины рабочих, мелькающие за раболепно согбенными перед „короной“ фигурами вельмож.

Другая картина Гиллестрема изображает фестиваль, данный в честь членов Bergskollegium'а в 1798 г.

Кажется, ни у одного художника не выражено с такой остротой и с таким реализмом в единой картине противопоставление производственно-трудовой основы общества его социальной верхушке, „труда“ и „капитала“, рабочего и „хозяина“ в бытовых чертах и контрастах, подчеркнутых контрастами света и тени от живого металлургического огня и пламени факелов, в котором, быть может, сказывается веяние Французской революции: вкушающие подносимые им яства „знатные особы“, спокойным взглядом с высоты своего элегантного быта смотрящие на совершаемые вокруг них работы, — и напряженные в каждом своем мускуле фигуры рабочих, полунагих, в жаркой атмосфере рудника, согнувшихся во мраке над тележками с рудой, с факелами в зубах или в разгаре работы льющих ядра перед домной, в то время как за стеной печи, где дуют попеременно два меха, разгоряченный рабочий украдкой жадно выпивает огромную шайку воды...

Гоголь в одном месте „Мертвых душ“ нарисовал образ раскутившегося „во всю ширину барства“ помещика, у которого „полгубернии разодето и весело гуляет“ под деревьями оглашаемого громом музыки и убранного огнями сада, и между тем „никому не является дикое и грозящее в сем насильственном освещении, когда театрально выскакивает из древесной гущи озаренная поддельным светом ветвь, лишенная своей яркой зелени, а вверху темнее и суровее, и в двадцать раз грознее является чрез то ночное небо, и, далеко трепеща листьями в вышине, уходя глубже в непробудный мрак, негодуют суровые вершины дерев на сей мишурный блеск, осветивший снизу их корни“... Такое же впечатление производят полотна Гиллестрема — изображения театрально освещенных и веселящихся на черном фоне каторжной работы погруженного во мрак рудника людей — картины, „дикость“ которых в том, что никто не сознает „дикое и грозящее“ в этом веселии, над которым негодует озаренная у подножия фальшивым светом, уходящая высоко во мрак и там, где светлые точки факелов, рассекаемая кайлами каменная громада горной породы.

Книга Rönnow'а снабжена рядом приложений, указателей и огромной библиографией, обнимающей работы исторического характера, историко-экономического, по искусствоведению, по истории шведской горнозаводской промышленности и металлургической техники. Особенной полнотой отличается отдел по истории шведской металлургии, где наибольшую ценность представляет перечисление шведских источников, а также старопечатных работ о шведской горнозаводской промышленности на других европейских языках, главным образом записок путешественников.

В заключение следует отметить, что книга Rönnow'a, несмотря на узкую тему и громоздкий научный аппарат, написана очень живо и легко читается, что объясняется и живостью изложения (например, техническую сторону производства автор рисует на основе первоисточников в чрезвычайно конкретной форме, привлекая часто местные специальные выражения для отдельных деталей и приемов) и широкой трактовкой темы, которая разработана с учетом различных сторон сложного исторического процесса, обычно рассматриваемых обособленно, в узко специальных исследованиях, посвященных или истории искусства или хозяйства, или данной отрасли техники. Здесь же, в силу характера самого объекта, живопись Гиллестрема соединяет в себе разные стороны, — они рассматриваются в их взаимнообусловленности с выделением основной задачи, которую поставил себе и удачно разрешил автор: изучить живопись Гиллестрема под углом зрения шведской металлургической техники конца XVIII в.

A. KAMENSKIJ

DIE SCHWEDISCHE METAllURGIE DES XVIII. JAHRHUNDERTS IN DEN GEMÄlDEN VON HILLESTRÖM

Der Aufsatz ist in der Form einer Rezension über das Buch von Rönnow über den schwedischen Künstler Pehr Hilleström aus den XVIII. Jahrhundert geschrieben. Die Kunst von Hilleström, welche er völlig der malerischen Darstellung von Arbeitsprozessen in schwedischen Bergwerken und Hütten gewidmet hatte, wird vom Standpunkt der schwedischen Hüttentechnik des XVIII. Jahrhunderts betrachtet, und als Quelle angesehen, welche zur Beleuchtung dieses Abschnitts der Geschichte der Technik dienen könnte.

Der Aufsatz gibt eine Übersicht der Hauptserien von Hilleströms Gemälden: seiner Gemälde, welche die Arbeiten in einem Kupferbergwerk schildern, den Kupferhüttenprozess, die verschiedenen Vorgänge des Schmiedeeisenbetriebs, den Ankerbetrieb und auch seiner Serienbilder über die handwerksmässig betriebenen Schmieden.

Ein besonderer Abschnitt ist einer Reihe von Bildern gewidmet (das „Herabsteigen" der Könige in die Schacht, „Sitzung" des Rates in der Tiefe einer Erzgrube, Bankett zu Ehren des Königs und des Bergkollegiums), welche vom Autor zur Aufdeckung der sozial-ökonomischen Wurzeln der malerischen Kunst Hilleströms ausgenutzt werden. Diese Kunst gehört zu dem Zeitabschnitt der Geschichte Schwedens, wo die auf Grund der vorherigen Entwickelung zur Blüte gekommene Metallurgie des Landes sich von der englischen Metallurgie bedroht sah ihr die errungene hohe Stellung auf den Weltmärkten abtreten zu müssen, weil die englische Metallurgie um diese Zeit einen hohen Aufschwung, dank den neuen technischen Grundlagen, die von der industriellen Revolution geschaffen wurden, erlebte.

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. 1, вып. 5

П. П. Забаринский

НЕОПУБЛИКОВАННАЯ ПЕРЕПИСКА ОБ УАТТЕ и БОЛТОНЕ (1777 — 1778 гг.)

Помещаемые ниже документы извлечены из хранящегося в настоящее время в Ленинградском отделении Центрального исторического архива архивного фонда быв. Морского министерства. Они представляют собой часть переписки вице-президента Адмиралтейств-коллегии Г. И. Чернышева с находившимися в Англии В. Г. Лизакевичем и А. С. Мусиным-Пушкиным, бывшим в то время полномочным министром при лондонском дворе.

В числе публикуемых материалов приводятся: 3 копии-черновика писем Чернышева к Лизакевичу (от 29 июля и 28 октября 1777 г.) и к Мусин-Пушкину (от 2 марта 1778 г.); выдержка из ответа Лизакевича (от 28/19 сентября 1777 г.) и его же post scriptum к одному из писем, повидимому, утраченному; ответ Мусин-Пушкина (от 30 января/10 февраля 1778 г.) и неофициальное письмо последнего, адресованное тому же Чернышеву и написанное на французском языке.

Все документы заимствованы из дела с бумагами Чернышева, куда они были в свое время приобщены вместе с прочей деловой официальной перепиской и с перепиской о приобретении в Англии картин и веджвудского фарфора лично для самого Чернышева. *

В печатаемых документах читатель найдет наиболее раннее документальное сообщение о паровой машине Уатта (простого действия), имеющееся в русских источниках. Важно отметить, что это сообщение относится к 1777 г., т. е. к периоду, когда Уатт только что вступил в сотрудничество с Болтоном и им удалось построить первые две-три машины.

При этом следует указать, что здесь впервые на русской почве речь идет об Уатте как изобретателе нового двигателя.

* „Письма г. Лизакевича и Мусина-Пушкина касательно до выписания из Англии кетен-помпы и огнедействующей машины, так же в рассуждении кредитов для находящихся в Англии российских служителей“ № 158/1441 из дел гр. Чернышева. См. „Описание дел архива Морского м-ва“, т. V, стр. 622.

Имевшая место попытка пригласить Уатта на русскую службу, предпринятая по инициативе его друга Робисона, работавшего в русском Адмиралтействе, относится, как известно, к более раннему периоду.

Однако, это приглашение, совпадающее с неудачей, постигшей Ребука и Уатта, имело в виду использовать последнего просто как опытного механика и талантливого инженера, но отнюдь не как изобретателя новой „огненной“ машины. Повидимому, ни сам Уатт, ни лица, близкие к нему, не питали на этот счет никаких иллюзий. Эразм Дарвин в своем письме к изобретателю усиленно предостерегает его от встречи с „русским медведем“ и высказывает предположение, что стремление осуществить свое изобретение удержит Уатта от поездки в Россию. *

Не менее интересно отметить, что именно в 1777 г., к которому относится публикуемая переписка, в России была закончена постройкой атмосферная паровая машина, изготовленная в Англии по чертежам Смитона и установленная механиком Адамом Смитом в Кронштадте.

Машина начала работать на привозном английском угле в июне месяце того же года. Ее неэкономичность, повидимому, сразу же дала себя почувствовать, и это выразилось в интересе, с которым представители русской военной бюрократии отнеслись к сообщению о новом, более экономичном двигателе Уатта—Болтона. Мы видим, что Мусин-Пушкин, не довольствуясь упоминанием об этом факте в официальной бумаге, спешит в частном письме обратить особое внимание Чернышева на желательность приобретения новой „огненной“ машины для нужд адмиралтейства. Не менее интересно и указание Мусин-Пушкина на возможность применять новый двигатель не только для откачки воды, но и для пильных мельниц.

Отмеченные моменты весьма характерны для двойственного характера развития техники в условиях России конца XVIII в., где крайне отсталые формы крепостного труда сочетались с тенденцией использовать наиболее передовые достижения западной техники, главным образом для обслуживания военной промышленности. Напомним, что эта двойственность, в частности, нашла свое выражение и в конкурсе, объявленном русской Академией Наук на лучшее сочинение по теории „огненных“ машин. Конкурс был объявлен в 1780 г., когда на всей территории России действовала одна единственная кронштадтская машина, о которой выше уже упоминалось.

Помимо указанных моментов общего характера, читатель найдет в публикуемых документах интересные подробности, характеризующие самого Уатта и его „затееватого“ компаньона Болтона, а также любопытный отзыв о выдающемся английском инженере Смитоне. В них имеются и некоторые сведения о приглашении в Россию иностранцев, о

* Ср. Dickinson and Fenkins. James Watt and the steam engine. Oxford, 1927.

посылке за границу для обучения русских мастеровых и об условиях, в которых им там приходилось работать.

В публикуемых документах принята современная орфография и пунктуация, с сохранением лишь наиболее характерных форм. В конце приложены примечания, содержащие объяснения технических терминов и названий, а также краткие сведения об упоминаемых лицах и фактах.

I

Государь мой Василий Григорьевич! [1]

Я получил письмо ваше от 29 июня касательно до обучающихся в Англии мичмана князя Трубецкого и корабельных подмастерьев Игнатьева и Иванова, в оном письме уведомляете, что вы дали на имя мое ассигнацию господину Бакстеру [2] на выданное от вас им полугодичное жалованье, составляющее 750 ф. Я по сие число оной ассигнации еще не получал, а как скоро оную мне представят, то тотчас заплатить не премину. Что же принадлежит до отсрочки прибывания последних двух в Англии, то причины, изъясненные вами, конечно, уважены, и они по определению коллегии оставлены еще на год, с тем же самым положением. Я надеюсь, что сего данного им времени и положенного иждивения они, конечно, не употребят вотще, что прошу им и объявить.

P. S. Есть у нас здесь известие, что выдумана будто в Лондоне или Бримижаме [3] машина подымать воду огнем, на подобие той, что в Челзе, [4] но только переносная, [5] а как таковая для адмиралтейства надобна, то допустит вам время о оной проведать и если подлинно таковая есть и не более 200 фунтов стоит, чтобы хотя и купить на щет адмиралтейства и сюда еще ныне же прислать, о чем поговорить можете с г-ном вице-адмиралом Грейгом, [6] который к вам на российском фрегате поехал видеться со своей матерью с тем, чтоб ныне же быть назад. Он эту машину с собой привезти может. Хоть я назначил цену сей модели 200 фунтов, но можете заплатить за нее и более. В случае же чрезвычайно великого запроса прошу прежде покупки меня о том уведомить.

29 июля 1777 года
Г-ну Лизакевичу

II

Светлейший граф, милостивый государь! [7]

Господина вашего сиятельства писание от 29 июля я в свое время исправно получить честь имел... [следует сообщение о выполнении полученного в письме от 29 июля поручения купить модель кетенпомпы, [8] виденную Чернышевым у машинного мастера Коля, и осведомиться о стоимости „огненной“ машины, изготовленной тем же Колем. *П. З.*]. ... что же касается до учрежденной в Бриминжаме „огненной“ машины на подобие чельсийской, то по сю пору невозможно мне было видеться с изобретателем оной Г. Ватсом [9] за отлучкою его из Лондона; находящийся же здесь подмастерий его уверяет меня, что г. Вате никогда не согласиться продать модели помянутой машины, которую и хранит он в крайней тайности, а разве и захочет может быть продать все пиесы [10] к оной принадлежащие в самой натуральной величине оных и кои ценит он слишком в 200 фунтов стерлингов. Не полагаясь на речи сии помянутого работника, намерен я с подробностью известиться о

всем самим г. д. ном Ватсом сколь скоро он в Лондон приедет и тогда уже с точностью не примену донести вашему сиятельству о его по сему делу отзывах и требованиях [следует уведомление о выплате денег корабельным подмастерьям Игнатьеву и Иванову].

С совершенным высокопочтением имею честь быть, милостивый государь, вашего сиятельства всепокорнейший слуга.

В. Лизакевич.

В Лондоне
30/19 сентября 1777 г.

III

Копия.

Государь мой Василий Григорьевич!

Письмо ваше от 30/19 сентября я получил и прежде нежели сделаете вы с господином Колем [11] что-либо решительное о покупке моделей известных двух машин, надлежит мне знать следующее, о чем прошу с ним обстоятельно объясниться и меня уведомить.

Если бы машину кетен-помп в настоящей пропорции всю в Англии сделанную сюда привести, так, чтоб без всякого затруднения в действие здесь произведена быть могла, то 1-е, что бы она стоила, а притом знать надобно, 2-е, от какой до какой глубины может выливать воду, 3-е, какое известное количество воды в минуту или час выливать может и 4-е, можно ли оную переносить с места на место.

Равным же образом желаем знать и о машине г-на Ватсона: [9] такая ли она точно как мы здесь о ней понятие имеем, чтоб действием огня подымать воду и чтоб можно было переносить ее для действия не только из места в место, но чтоб перевозить отсюдова и в Кронштадт или оттудова сюда, где оная понадобится; на какой глубине воды действует, сколько оной в час или минуту выливает, и во что бы вся таковая машина тамо сделанная и совсем приведенная в готовность к употреблению казне стать могла. Ибо гораздо выгоднее выписать оные совсем готовые, а не одни главные части оных как в письме вашем пишете; в противном случае не могли бы здесь сыскать новых и удобных вещей и тем бы успех оных помешан быть мог. Но к тому прибавить надобно и то, сколько бы мастеровым за учреждение и пущение здесь обоих сих машин в действо заплатить надлежало. Обо всем сем прошу с изобретателем сих машин наиобстоятельное сделать объяснение, и крайнюю узнать цену; дабы мы, имея довольно еще времени предприять решительное о выписании их намерение, могли разобрать наперед выгоды и пользы от того происходимые и сообразить, будет ли стоить польза их требуемого иждивения. Что же принадлежит до поездки сюда самого господина Коля, то и на оное для сей же самой причины теперь решительного сказать ничего не могу, но имеем довольно времени, увидя по обстоятельствам, впредь о том объявить наше мнение: собственно до меня, то бы я весьма желал видеть здесь человека столь искусстного и славного в своем деле, дабы воспользоваться его знаниями и объяснениями в видах, кои для нас еще темными кажутся.

P. S. Получа о кетен-помпе сведение требуемое, решим в то же время и о г-не Коле, ибо с ней и он для установления приехать может.

Ожидая теперь от вас сих обстоятельных объяснений, пребуду с почтением.

Октября 28 1777 г.
Г-ну Лизакевичу.

IV

P. S. За отлучкой из Лондона г-на Коля не могу я еще ответствовать на благосклоннейшее вашего сиятельства писание от 28 октября, по содержанию которого немедленно однако ж писал я к помянутому Колю, учиня ему предписанные вашим сиятельством запросы и на которые ежедневно ожидаю ответа, так как и от г-на Ватсона, к которому также писал я в Бриминжам относительно того ж дела.

При сем осмелюсь приложить пакет для ее сиятельства графини Анны Александровны, содержащий детский от зубов ожерельник. [12]

V

Сиятельный граф, милостивый государь!

Последнее почтеннейшее вашего сиятельства писание от 30-го декабря 1777 года [13] заставило меня справиться о предшедшем от 1 сентября, гораздо прежде меня здесь полученном. Василий Григорьевич Лизакевич не оставил тогда же поместить машинного мастера Романа Дмитриева [14] в Чельзи для наиболее в подробность высматривания в действии состава тамошней машины, не меньше же как и ради обучения сперва английского языка, а потом и самой механики. В то же время писал он и к господину Смитону [15] славному здешнему инженеру, который не малое имел участие и в сооружении кронштатской машины, но и по ныне ожидает от него ответа. Человек сей, одержимый разными болезненными припадками, принужден как по должности, так и по существу звания своего вести жизнь беспокойную и беспрестанно почти переезжать из одного места в другое для содержания разных под смотрением его машин в беспрерывном действии.

Вашему сиятельству, конечно, знакомо имя Болтона, славного здешняго близь Брамижама [3] фабриканта. Сей затееватой человек предпринял с исключительной парламента привеллегией сооружать для охотников огневые машины несравненно лучше и дешевле прежних, что собственной его договор доказывает больше всего. Состоит оной точно в том, чтобы хозяева машин сих оставляли для себя две трети того, что сберегут они на его машине противу прежних расходов, а ему бы уступали остальную треть. Барыш сей считает он себе столь великим и прибыточным, что он почти уже оставляет заведенную огромную свою фабрику в Брамижаме. Около Лондона имеет он составить три таковых машин, а четвертую в Рижмонде. [16] Вообще действие их таковое, что стами здешними фунтами или 3½ пудами земляного уголья поднимают они

500 000	кубических	фут	воды	на	1	фут	вышины	или
50 000	„	„	„	„	10	„	„	или
5 000	„	„	„	„	100	„	„	

и так по размеру сему до всякой другой вышины и не только воды, но всякой другой тягости. [17] Сию же самую механическую силу употребляет он и в горных промыслах и намеревается еще употребить для пильных мельниц. Как одно, так и другое может кажется мне заслуживать столько вашего сиятельства особенного внимания, что изволите

конечно извинить пространную подробность, в которую я вошел не без умысла, имея честь пребывать всегда с совершеннейшим высокопочтением и с равною же преданностью.

Милостивый государь
вашего сиятельства
поспешнейший слуга А. Мусин-Пушкин [18]

Из Лондона
Генваря 30 дня
февраля 10
1778 года

P. S. Между тем же не оставлю приложить все мое старание на уговор Болтона, чтоб он не только показал, но современем позволил Дмитриеву разобрать его машину.

VI

Monsieur!

En me référant sur ma lettre d'office j'ose prendre la liberté de proposer à Vôtre Excellence en mon particulier, si Elle ne jugerait pas à propos de m'autoriser à entrer avec Mr Boulton dans quelques pourparlers pour avoir sa machine à feu pour la Russie? et à quelles conditions? Eus je doute qu'il veuille entrer à celles aux quelles il les érige ici, vu le peu d'épargne qu'il y aurait à faire entrevoir sur le charbon de bois proportion gardée de ce qu'il en coûte ici. Est ce que Vôtre Excellence ne jugerait pas aussi nécessaire de prolonger le séjour de Dmitrieff à l'effet de lui donner tout le temps à se rendre entièrement utile à son retour. L'examen seul des machines à feu ne peut que l'enseigner dans leur composition et articles, sans trop savoir les véritables raisons de ses différents mouvements. Personne n'a pas pu les lui expliquer jusqu'à ce qu'il a pu comprendre un peu l'anglais. La connaissance de cette langue comme l'instrument inévitable de tout ce qu'il en a à apprendre ici lui a pris beaucoup de temps. Et il lui en faut encore pour apprendre la mécanique même, dont, à ce que j'apprends, il n'a guére de notion. Un seul cours de cette science (quelque bien fait qu'il puisse être) ne peut pas être suffisant. Il faudra qu'il y revienne pour la seconde fois, pour être à même de faire des principes mécaniques des justes applications. Il faut ensuite qu'il examine et étudie les différentes machines qui sont déjà érigées et qui doivent l'être encore. Ce n'est que par ces combinaisons qu'il pourra être d'une utilité réelle dans sa patrie. Mais Vôtre Excellence sait elle même mieux que j'en saurais avoir l'honneur de lui dire, que tous ces objects demandent tout au moins jusqu'à 150 Sterl. par an et sans lesquels je craindrais qu'il ne réussisse qu'à demi. Deux années encore pourraient lui suffir pour remplir complètement l'objet qui l'a fait venir ici.

J'ai l'honneur d'être avec autant de considération très parfaite que d'attachement très particulier de Vôtre Excellence le très hum(ble) et le très dev(oué) ser(viteur).

A. Moussin-Pouchkine.

Londre, le 30 Janv. 1778.

Перевод

Сударь!

Ссылаясь на мое официальное письмо, я беру на себя смелость обратиться частным образом к вашему превосходительству, не сочтете ли вы уместным уполномочить меня войти в переговоры с г-ном Бол-

тоном по поводу приобретения его огненной машины для России? и на каких условиях? Я сомневаюсь, что он согласится на те условия, на которых он их строит здесь, принимая во внимание ту незначительную экономию, какую, сохраняя соотношение здешних цен, он может предвидеть на древесном угле. Не сочтет ли также ваше превосходительство необходимым продлить пребывание Дмитриева, дабы предоставить ему все время, нужное для того, чтобы сделаться вполне полезным по возвращении? Один осмотр огненных машин может дать ему лишь понятие об их частях и устройстве, а не об истинных причинах их разнообразных движений. Этого ему никто не сможет объяснить до тех пор, пока он не научится немного понимать английский язык. Ознакомление с этим языком, как необходимым средством для усвоения всего того, что он должен здесь изучить, взяло у него много времени. А ему еще понадобится время, чтобы изучить самое механику, о которой, насколько я знаю, он не имеет ни малейшего понятия. Один курс этой науки (как бы благодетельным он ни оказался) не может быть достаточен. Ему понадобится снова к ней вернуться, чтобы быть в состоянии надлежащим образом применять принципы механики. Затем нужно, чтобы он осматривал и изучал различные машины, которые уже существуют и должны быть еще построены. Только путем сочетания этих методов он сможет быть действительно полезен в своем отечестве. Но ваше превосходительство сами знаете лучше, чем я мог бы иметь честь доложить, что все эти предметы потребуют по крайней мере еще 150 стерл. ежегодно, без которых, я боюсь, он успеет лишь наполовину. Два года позволят ему полностью сделать то, что заставило его прибыть сюда.

Имею честь пребывать с равным уважением и преданностью вашего превосходительства покорный и преданный слуга

А. Мусин-Пушкин.

Лондон
30 января
1778 г.

VII

Государь мой

Алексей Семенович!

Письмо ваше, государь мой, от 10 числа февраля получить честь имел. Многое благодарение имею повеление от государственной адмиралтейской коллегии вашему превосходительству сказать за скорое уведомление о том (о чем почти полгода иметь ожидал) и о с т а р а т е л ь н о м п о п е ч е н и и о о п р е д е л е н и и Р о м а н а Д м и т р и е в а в Ч е л ь з е, не оставит конечно оная уважить все что писать изволите, и о оставлении еще несколько времени, дабы обучась языка обучится с фундамента начальным принсипам механики.

Не менее также благодарны и за уведомление о нововыдуманной о г н е в о й м а ш и н е и о к о н д и ц и я х г-на Б о л ь т о н а, которого, не ошибаетесь государь мой, очень знаю. Сожалеем только, что столь краткое оной описание зделать изволили. Что однако не причесть должно к нашему удивлению или лучше сказать непонятию, нежели неясности описания, итак в пополнение того поручено мне, государь мой, вас просить:

1-е. Ежели есть какое-нибудь подробное описание его кондиций или преимуществ сей машины в данном ему патенте — пожаловать оной прислать.

2-е. Что построением таковая машина станет, где он части оной делать будет, возьмет ли сделать и соорудить на подряд своими или нашими работниками, и за каковую именно сумму и сколько времени на то надобно.

3-е. Хотя и описано, каковым числом уголья и какое количество и на какую вышину воды полыме, но не сказано и с каковой глубины, чем кажется пополнить присланное выше описание надобно. Ибо принимаем мы описанную вышину поднятия воды свыше горизонта, и так прошу сие пообъяснить.

Говоря о сей машине, хочу вашему превосходительству сказать о другой, о которой писал к г-ну Лизакевичу, но решительно ничего не получил.

Слышали мы здесь, будто есть такая же машина (не сравнивая однако же об успехе, которой неизвестен), недавно выдуманная. Но с того отменно, что она переносная с место на место. Таковая бы нам крайне надобна была, пусть количество подымаемой воды и гораздо менее, как то кажется и натурально, но со всем тем очень бы желали таковую иметь.

Войдите, государь мой, с известным вашем усердием и расторопностью. Проведайте о оной и дайте как на пообстоятельнее можно нам сведение. Что же по тому писал к г-ну Лизакевичу при сем копию послать честь имею, в опастности чтоб писание не потерять.

Правда, в присланном вашем, государь мой, описании сказано что $3^1/_2$ пудами земляного уголья поднимает 500 000 кубических фут воды на вышину 1 фута. А там и протчие ее действия. Но не сказано, во сколько времени, и потому что для беспрерывного действия оной машины целых суток сколько надобно уголья, и количе число выльет воды, и на сколько фут вверх, и из какой глубины.

Прилагаю при сем действие той, которая теперь в Кронштадте, сравните, государь мой, с оной болтоновой, через что оная нам гораздо понятнее будет, и возьмите на себя сей труд, и дайте сколь возможно более о оной сведения.

Впрочем, одна из сих невоспрепятствует, чтоб и обеих нам иметь не пожелалось, ежели чуть кондиции будут сходны.

Что до Дмитрова касается, то согласится Коллегия оставить и до 779-го лета, к чему ежели рассудите, чтоб ему дать жалованье и на науку до 150 фунт., то и то, конечно, сделаете, хоть он и ныне немного менее того имеет, а именно 500 ф.

Ч. 2 марта 1778.
Его пр. г-ну Мусин-Пушкину.

ПРИМЕЧАНИЯ

[1] Лизакевич, Василий Григорьевич, поверенный в делах, состоял советником русского посольства в Лондоне.

[2] Бакстер, именуемый иногда Бактером и Бякстером, русский главный консул в Лондоне.

[3] Искаженное Бирмингам (Birmingham).

[4] Chelsea — предместье Лондона; здесь находилась большая атмосферная водоподъемная машина, обслуживавшая верфи. Имеются указания, что эту машину в

январе месяце 1775 г. осматривал Уатт, производивший систематические наблюдения над работой атмосферных машин, установленных на некоторых предприятиях. Повидимому, та же машина служила объектом изучения обучавшегося в Англии Дмитриева, о чем и идет речь в письмах Лизакевича и Чернышева. В промежутке между августом 1778 г. и маем 1779 г. в Челзи была установлена уаттовская машина простого действия. Она замечательна тем, что здесь Уатт впервые применил принцип работы расширением пара. В 1804 г. эта машина была изучена и описана Джоном Фарей (Farey), в его известной статье Treatise on the Steam Engine.

[5] В данном случае, как видно из дальнейшего, известие о переносной, вернее, пловучей водоотливной машине, изобретенной в Англии в середине 70-х гг. XVIII в., смешивается со сведениями об усовершенствованном двигателе Уатта.

[6] Грейг, Самуил Карлович, адмирал (1736—1788), англичанин по происхождению, принят на русскую службу капитаном в 1764 г.

[7] Чернышев, Иван Григорьевич (1726—1797), граф и генерал-фельдмаршал. Был назначен вице-президентом адмиралтейств-коллегии, в 1769 г.; сосредоточил в своих руках фактическое управление всем морским ведомством, во главе которого номинально стоял сын Екатерины — Павел, числившийся президентом адмиралтейств-коллегии. Пребывание Чернышева в Англии относится к 1768—1770 гг., когда он был прикомандирован к великобританскому двору в качестве чрезвычайного посла.

[8] Kettenpumpe — цепной или четковый водоподъемный насос.

[9] Здесь имеет место искажение имени изобретателя, объясняющееся, повидимому, специфическим (т. н. альвеолярным) произношением английского звука t. Аналогичное искажение мы находим в известной книге Льва Сабакина, именующего Уатта Вацем.

[10] Части, детали машины, от французского слова la pièce.

[11] Кол или Коль — английский машинный мастер. Речь идет о приглашении его в Россию.

[12] Письма Лизакевича, к которому относится этот post-scriptum, в деле не оказалось.

[13] Дата „1777 года" вписана карандашом, — повидимому, лицом, просматривавшим дело.

[14] Дмитриев, Роман, — ученик-подмастерье, командированный в Англию для изучения устройства огнедействующих машин и управления ими.

[15] Смитон (Smeaton), Джон (1724—1792), — выдающийся английский техник и инженер. Успешная деятельность Смитона по сооружению каналов, мостов и гаваней и улучшения, внесенные в самые различные отрасли техники, доставили ему известность во многих странах Европы. Особенное значение имел построенный Смитоном знаменитый Эдистонский маяк и усовершенствование атмосферной машины Ньюкомена. Улучшения последней заключалось главным образом в придании частям машины целесообразных размеров, в их более тщательной отделке и пригонке. Благодаря Смитону атмосферная машина Ньюкомена получила в конце XVIII в. всеобщее распространение, пока не была вытеснена машинами Уатта.

[16] Ричмонд (Richmond). Западное предместье Лондона, — водоподъемная машина Уатта простого действия была здесь сооружена между августом 1778 и маем 1779 г.

[17] Сравнение работоспособности двигателей путем указания количества воды, поднимаемой на определенную высоту, было обычным в XVIII в. Приведенные в письме Мусин-Пушкина данные позволяют принять коэффициент полезного действия равным приблизительно 3%, что совпадает с имеющимися данными для машины Уатта простого действия.

[18] Мусин-Пушкин, Алексей Семенович (ум. в 1817), — русский посол в Лондоне.

P. P. ZABARINSKIJ

THE UNPUBLISHED CORRESPONDENCE ON WATT AND BOULTON

The papers, published in this article, are taken from the collection of the Leningrad Branch of the Central Historical Archives and present the correspondence between the vice-president of the Collegium of the Admiralty, G. I. Chernuishev, who in fact was the head of the Russian Admiralty, — and some of the Russian officials, who were then at the English court.

This correspondence dates from the years 1777 — 1778. The reader will discover in it the first official reference to the first single-acting machine of Watt in Russian historical sources, as well as some details about the activity of its inventor and his companion Boulton. The published documents throw some light on the development of technics in conditions prevailing in Russia towards the end of the 18th century, when the utterly backward forms of work in the age of serfdom were combined with the tendency to profit by the most progressive achievements of the foreign technics chiefly for the purposes of war industry.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. 1, вып. 5

В. П. Таранович

ЭКСПЕДИЦИЯ АКАДЕМИКА И. И. ЛЕПЕХИНА В БЕЛОРУССИЮ И ЛИФЛЯНДИЮ в 1773 г.

В 1772 г., по соглашению императрицы Екатерины II с венским и берлинским дворами, был произведен первый раздел Польши. По этому разделу Россия получила часть нынешней Белоруссии в следующих границах: [1]

„Остаток Польской Лифляндии, так как и часть Полоцкого воеводства, находящуюся за рекою Двиною, равномерно ж и воеводство Витебское, так, что оная река Двина будет натуральною границею между обоими государствами, простираясь до пункта границы между воеводствами Витебским и Полоцким, и следуя по сей границе до пункта, где соединяются границы трех воеводств, а именно: Полоцкого, Витебского и Минского, от которого пункта рубеж продолжаться будет по прямой линии подле вершины реки Друеца к местечку, называемому Ордва, а оттуда спускаясь по той реке до впадения ее в реку Днепр, так что все воеводство Мстиславское, как по сю, так и по ту сторону Днепра и оба конца воеводства Минского поверх и внизу Мстиславского воеводства, за новою границею и Днепром принадлежать будут Всероссийской империи и от того места, где впадает в Днепр река Друец, река Днепр имеет быть межею между обоими государствами“.

Короче говоря, к России были присоединены все владения Польши, лежавшие к северу от Западной Двины и к востоку от р. Днепра и его притока Друти. [2]

После присоединения этой территории русское правительство немедленно предприняло ряд мероприятий административного и финансово-экономического характера, направленных к объединению ее с другими частями России. В административном отношении присоединенная часть

---

[1] Цитируем по тексту трактата между Россиею и Польшею „о восстановлении мира между обеими державами и о присоединении к России некоторых от Польши земель“ (см. Полное собрание законов, 18 сентября 1773 г., ст. 14042).

[2] См. заштрихованные места на прилагаемой карте.

Белоруссии, с включением в ее состав Псковского и Великолуцкого районов, была разделена на две губернии: 1) Псковскую (с губернским городом Опочка) и 2) Могилевскую (с губ. гор. Могилев). В состав Псковской губернии вошли провинции: Псковская, Великолуцкая, Витебская, Полоцкая и Двинская,[1] а в состав Могилевской — провинции: Могилевская, Оршанская, Мстиславская и Рогачевская.[2]

Не ограничиваясь мерами административного и финансово-экономического характера, Екатерина II признала необходимым подвергнуть вновь присоединенную территорию научному обследованию, о чем 20 февраля 1773 г. последовал указ ее Правительствующему сенату (см. прил. 1). Но еще до этого указа Академия Наук была осведомлена ее вице-директором А. А. Ржевским о намерении Екатерины II послать экспедицию в Великие Луки и во вновь присоединенные от Польши земли. Поэтому Академическая комиссия в заседании своем 18 февраля 1773 г. приняла решение о снаряжении и отправлении туда двух научных экспедиций, из них „одну астрономическую под предводительством секунд-майора и адъюнкта Исленьева, а другую физическую — для исследования по оным местам натуральных вещей под управлением академика Лепехина“ (см. прил. 2).

Выбор академика Лепехина в руководители Белорусской физической экспедиции легко объяснить тем, что незадолго перед ее отправлением он закончил с успехом порученную ему Оренбургскую физическую экспедицию, из которой вернулся в Петербург 25 декабря 1772 г., обогащенный опытом ведения экспедиционных научно-исследовательских работ. Что касается руководящих указаний о порядке и методах работы Белорусской экспедиции, то Академическая комиссия предложила Лепехину составить таковую ему самому, сообразуясь с той инструкцией, которая была преподана Академией Наук в 1768 г. при отправлении Оренбургской экспедиции.[3] Относительно этой инструкции заметим здесь, что ею предписывалось не только изучать природу нашей страны, собирать и посылать в Академию Наук „натуральные вещи“, но также знакомиться с экономикой обследуемых районов.

Подготовительные работы по организации новой экспедиции заняли у Лепехина немного времени, так как у него был уже готовый, сработавшийся с ним штат опытных в экспедиционном деле сотрудников, сопутствовавших ему во время Оренбургской экспедиции, а именно: студенты Николай Озерецковский и Тимофей Мальгин, рисовальщик Михаил Шелауров и чучельник Филипп Федотьев. Новым лицом в экспедиции был лишь стрелок Димитрий Денисов. Необходимый для экспедиции

---

[1] Двинская провинция была образована из Польской Лифляндии (Инфлянты с гор. Динабургом (впоследствии Двинск).

[2] См. Полное собрание законов, 1772 г., ст.ст. 13808, 13848, 13879 и 13888.

[3] См. Журнал Академической комиссии 1 марта 1773 г.

инвентарь был также налицо и потребовал лишь некоторого пополнения или исправления.

Ровно через месяц после решения Академической комиссии, т. е. 18 марта, Лепехин представил на рассмотрение Академии Наук „росписание езды“, т. е. план предстоявшего ему путешествия. Вот как намечал Лепехин свою поездку:



Академик И. И. Лепехин

„1. Нынешним последним зимним путем отправлюся в Великие Луки, а по наступлении совершенной весны через Торопец доеду до вершин знатнейших рек Волги и Двины.

„2. Осмотрев оные, буду продолжать мое путешествие по р. Двине до Вытепска, оттуда перееду на Днепр, по которому до тех пор спускаться стану, пока можно будет переехать в Лесной. Из Леснова осмотрю места, по р. Соже лежащие, даже до ее устья при Бобовичах.

„3. Но чтобы остальная часть Могилевской губернии была совершенно осмотрена, с Днепра через Ляды и Мстислав отправлю одного студента с предписанием осмотреть места, между р. Сожою и прежними нашими пределами лежащие, которой со мною потом съедется в Бобовичах.

„4. Из Бобовичей переезду паки на Днепр и по оному буду подыматься до Рогачева, от которого стану продолжать мой путь через места, лежащие между Днепром и р. Дрюесом; также между Днепром и определенною границею даже до Двины.

„5. Добравшись до Двины, по оной доеду до Полоцка, в котором паки разделюся. Сам буду продолжать мой путь по Двине до Риги, а одного студента пошлю через Заволочье и Опочку до Пскова, в которой и сам из Риги через Лифляндию приеду. А из Пскова возвращуся в С.-Петербург.

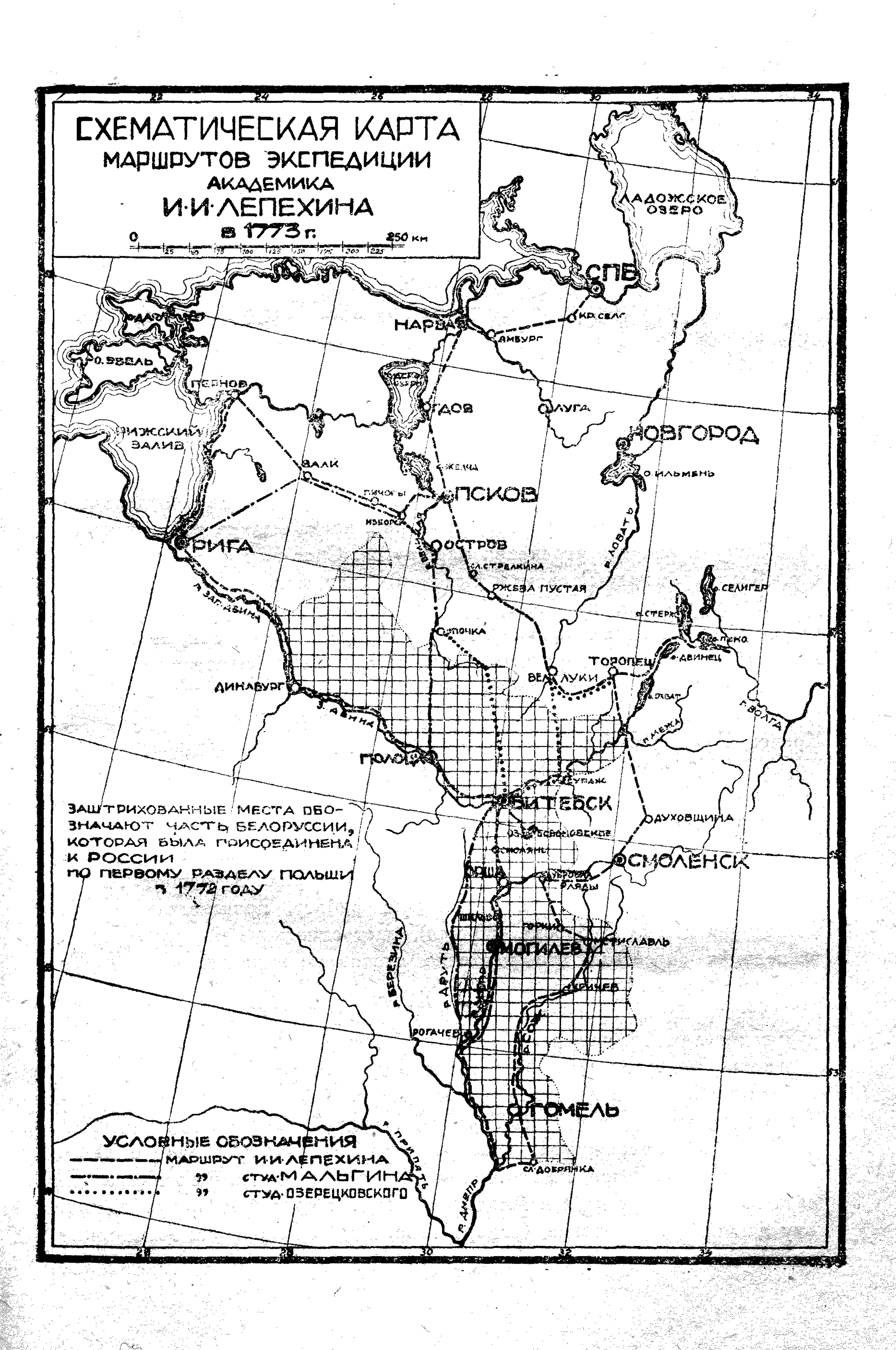
„Есть ли обстоятельства тамошних мест, о которых более могу получить сведения в Великих Луках, от положенного плана принудят отступить, то об оном императорской Академии Наук заблаговременно представить не упущу".

План этот был утвержден в заседании конференции Академии Наук 18 марта 1773 г., а 21 марта экспедиция отправилась в путь.

Путешествие экспедиции Лепехина было выполнено, однако, со значительными отступлениями от этого плана, о чем Лепехин в своих рапортах сообщал в Академию Наук. Отступления эти были сделаны Лепехиным частью по совету знатоков вновь присоединенной территории, данному ему в б. пограничном городе Великих Луках, частью по личной инициативе. Проследим действительные маршруты экспедиции Лепехина и его сотрудников по неопубликованным донесениям его, хранящимся в Архиве Академии Наук.[1]

Из Петербурга экспедиция отправилась по Нарвской дороге в Псков. Здесь, вследствие наступившей весенней распутицы, пришлось задержаться около 3 недель. Это время Лепехин использовал для поездки в близлежащие исторические места — Изборск и Печерский монастырь, краткое описание которых он послал в Академию Наук. Из Пскова экспедиция направилась через слободу Стрелкину и Ржеву Пустую в Великие Луки. Здесь в занимаемом экспедициею доме ночью произошел пожар, от которого погибла часть экспедиционного инвентаря и научных материалов. Из Великих Лук экспедиция через Торопец направилась к истокам рек Волги и Зап. Двины. Вернувшись оттуда в Торопец, Лепехин отправил студента Озерецковского в Витебск, а сам направился в Смоленск; оттуда через Ляды — в Мстиславль. Далее вдоль течения р. Сожи он спустился вниз до впадения ее в Днепр. Оттуда — вверх по Днепру через Рогачев, Могилев, Оршу переехал вновь на Зап. Двину в Витебск. Из Рогачева студент Мальгин был отправлен вверх по течению р. Друти. Из Витебска Лепехин отправился вдоль Зап. Двины в Полоцк, Динабург и Ригу. В это же время Озерецковский был командирован из Витебска в Опочку; вернувшись оттуда, он отправился вслед за Лепехиным в Ригу. Мальгин также был

[1] Донесения эти были посланы Лепехиным из Пскова (28 марта 1773 г.), Торопца (6 и 16 мая), Могилева (6 июля), Полоцка (28 июля), Риги (28 августа) и Пскова (7 октября и 5 ноября). Текст их приводится в приложениях.


СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА
МАРШРУТОВ ЭКСПЕДИЦИИ
АКАДЕМИКА
И·И·ЛЕПЕХИНА
в 1773 г.
0
250 км
ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО
СПБ
НАРВА
ЯМБУРГ
О. ЭЗЕЛЬ
ПЕРНОВ
ГДОВ
ЛУГА
НОВГОРОД
РИЖСКИЙ ЗАЛИВ
ВАЛК
ПСКОВ
О. ИЛЬМЕНЬ
РИГА
ОСТРОВ
Р. ЛОВАТЬ
РЖЕВА ПУСТАЯ
О. СЕЛИГЕР
ТОРОПЕЦ
ДВИНЕЦ
ВЕЛ. ЛУКИ
ДИНАБУРГ
Р. ВОЛГА
ПОЛОЦК
ВИТЕБСК
ДУХОВЩИНА
СМОЛЕНСК
ОРША
ЛЯДЫ
МОГИЛЕВ
Р. БЕРЕЗИНА
РОГАЧЕВ
ГОМЕЛЬ
Р. ПРИПЯТЬ
Р. ДНЕПР
СЛ. ДОБРЯНКА
ЗАШТРИХОВАННЫЕ МЕСТА ОБОЗНАЧАЮТ ЧАСТЬ БЕЛОРУССИИ, КОТОРАЯ БЫЛА ПРИСОЕДИНЕНА К РОССИИ ПО ПЕРВОМУ РАЗДЕЛУ ПОЛЬШИ В 1772 ГОДУ
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
МАРШРУТ И·И·ЛЕПЕХИНА
" СТУД. МАЛЬГИНА
" СТУД. ОЗЕРЕЦКОВСКОГО

командирован из Полоцка в Ригу через Опочку, Остров, Изборск и Валк. Из Риги Лепехин возвращался в Петербург через Пернов, Валк и Псков. Причем на этом отрезке пути студенты Озерецковский и Мальгин, повидимому, выполнили самостоятельно какие-то маршруты, но какие именно — установить нельзя. По этому поводу Лепехин по прибытии в Псков сообщает в Академию Наук: „Разными дорогами посылаемые от меня студенты все собрались, кроме чучельника и стрелка, которые на Чюдское отправлены озеро" (см. прил. 3, рапорт № 7).

В своих донесениях в Академию Наук Лепехин упоминает сравнительно мало пунктов, через которые ему и его сотрудникам приходилось проезжать. Для примера можно указать, что на пути от Петербурга до Пскова он не называет ни одного промежуточного пункта. При таких условиях составление схематической карты маршрутов этой экспедиции представляло некоторые затруднения, для преодоления которых мне пришлось использовать сохранившиеся в Архиве Академии Наук записи расходов экспедиции, благодаря которым удалось установить некоторые промежуточные пункты маршрутов и даже отдельные маршруты. Приведем несколько примеров, когда мелкие счета пришли на помощь в вопросе уточнения маршрутов. Счет за перемену кибитки в с. Желчах (между Гдовом и Псковом) дает основание утверждать, что Лепехин ехал из Петербурга в Псков по Нарвскому тракту (через Нарву и Гдов). Мелкие счета за деготь, железо, оси, за кузнечную работу, за переправу через реки и т. д. дали возможность определить некоторые промежуточные пункты путешествия, о которых Лепехин в своих донесениях совершенно не упоминает, как, например, Горки, Кричев, Гомель, Себеж и др. Весь маршрут студента Озерецковского из Торопца в Витебск и из Витебска в Ригу удалось установить исключительно по его счетам на разные расходы. Эти же счета дали возможность определить время проезда экспедиции через некоторые пункты, что в донесениях Лепехина редко отмечается. Так, о местечке Дубровне он сообщает при описании гор. Орши (см. прил. 3, рапорт № 5), а между тем дата счета за кузнечную работу, произведенную для экспедиции в м-ке Дубровне (30 мая), дает основание утверждать, что экспедиция посетила это местечко значительно раньше — на пути из Смоленска в Мстиславль.

Инструкция, преподанная для экспедиций 1768 г., предписывала руководителям их присылать с пути собранные „натуральные вещи" и рукописные материалы. Выполняя это требование, Лепехин отправлял собранные им коллекции в Академию Наук. Об одной из таких посылок упоминается в письме из Торопца, откуда была отправлена посылка с набитыми и перечучеленными птицами (см. прил. 3, рапорт № 2).

Прибыв в Псков, Лепехин, считая возложенное на него поручение выполненным, обратился в Академию Наук с просьбою о преподании ему дальнейших указаний (рапорт 7 октября). Резолюция Академиче-

ского собрания о возвращении экспедиции в Петербург состоялась лишь 22 ноября, а самое возвращение ее произошло 15 декабря 1773 г. Таким образом, экспедиция пробыла в пути 9 месяцев, из коих два последние месяца Лепехин пробыл в Пскове в ожидании ответа Академии Наук.

О возвращении экспедиции Лепехина в Петербург директором Академии Наук графом В. Г. Орловым был сделан доклад Екатерине II, которая приняла это сообщение к сведению, не проявив, повидимому, особого желания ознакомиться с результатами работ экспедиции. Этим отношением Екатерины II можно до некоторой степени объяснить то обстоятельство, что материалы Белорусской экспедиции не только не были опубликованы Академией Наук, но даже не подверглись научной обработке со стороны начальника экспедиции академика Лепехина и находились в полной неизвестности 160 лет, пока осенью 1933 г. случайно ие были обнаружены одним из сотрудников Архива Академии Наук.

Донесения Лепехина о ходе работ Белорусской экспедиции, несмотря на краткость их изложения, представляют по их содержанию несомненный научный интерес.

Помещая в приложениях рапорты Лепехина по руководимой им Белорусской экспедиции, я считаю нелишннм снабдить их примечаниями, разъясняющими смысл некоторых фактов и отдельных выражений, и приложить составленную мною на основании этих рапортов схематическую карту маршрутов названной экспедиции.

Приложение 1.

УКАЗ НАШЕМУ СЕНАТУ

От Академии Наук повелели мы отправить для приращения натуральной истории экспедицию в Великие Луки и в провинции Белорусской губернии, того ради в сравнение с прежде бывшими таковыми же экспедициями повелеваем: 1-е, по уведомлению Академической комиссии дать из Сената как к губернаторам, так и оной экспедиции отверстые указы, чтоб оной во время проезда и на местах, где она для порученной ей комиссии останавливаться будет, в случаях какой-либо надобности, деланы были возможные вспоможения. 2-е, всем едущим в оной экспедиции чинам со дня отправления их до возвращения получающим жалованье производить двойное, состоящим же на казенном содержании употреблять двойную сумму на содержание обыкновенное из тех мест, откуда каждой ныне получает, а прибавленное из Штатс-конторы, а при отправлении выдать оное всем на год вперед, а потом производить по третям. 3-е, оной экспедиции по требованию Академической комиссии дать подорожные на почтовые, а где потребного числа почтовых не будет, на уездные подводы, а на платеж оных сколько причитается прогонные деньги, из Статс-конторы, також приказать губернаторам, во время проезда экспедиции чрез каждую губернию для безопасности оной в пути давать по пристойности военную команду.

Екатерина

20 февр. 1773 г.
№ 28 Петербург.

Получен тогож дня.
Слушан 21 фев. 1773 г.

Приложение 2

Журнал Академической комиссии февраля 18 дня 1773 г.

В исполнение высочайшего ее императорского величества именного повеления, объявленного Академии сего 18 числа февраля чрез его высокородие г. камер-юнкера Алексея Андреевича Ржевского,* отправить, сколь скоро возможно будет, к Великим Лукам и в новоприсоединенные к Российской империи от Польши земли две экспедиции, одну астрономическую для снятия топографической карты между вершинами Двины, Волги и Днепра находящегося пространства, для определения широты и долготы того места, откуда выходят реки Двина и Волга, под предводительством секунд-майора и адъюнкта г. Исленьева; а другую физическую для исследования по оным местам натуральных вещей под управлением г. академика Лепехина, снабдив их г. Исленьева и Лепехина надлежащими к тому от Академии инструкциями и придав г. академику Лепехину для вспоможения его двух из бывших с ним в прежней таковой же экспедиции студентов Николая Озерецковского и Тимофея Мальгина, с прибавкою им, в рассуждении оказанных ими в науке их успехов и добропорядочного поведения, с первого числа следующего месяца марта впредь каждому к нынешнему их окладу по 48 рублей в год жалованья, и с таким притом обнадеживанием, что они по возвращении их из оной экспедиции не оставлены будут и впредь без пристойного награждения по мере их трудов и успехов; и о том им Озерецковскому и Мальгину объявить; а г. секунд-майору и адъюнкту Исленьеву, также и г. академику Лепехину о немедленном себя приготовлении в оные экспедиции послать из комиссии повеление. Какие же г. академику Лепехину потребны для экспедиции его вещи и какие сверх оных студентов другие еще люди, о том представить ему г. Лепехину в комиссию.

Приложение 3

РАПОРТЫ АКАДЕМИКА ЛЕПЕХИНА В АКАДЕМИЮ НАУК

№ 1. Из г. Пскова 28 марта 1773 г.

Благовременная нынешний год распутица принудила меня остановиться во Пскове для исправления летних повозок. Сия случайность теперь подает мне повод начать мои наблюдения с самого Пскова, как первейшего города Белорусской губернии,[1] ибо уже все поля очистилися вт снегу и травы зеленеть начинают. В прочем нового ничего я о моем путешествии до Пскова, кроме великих затруднений, сказать не имею.

№ 2. Из г. Торопца 6 мая 1773 г.

Растаявшей снег принудил меня остановиться в Плескове[2] для исправления летних повозок, где пробыл я до 17 апреля. Время сие употребил я на осмотр окололежащих мест. Первое из оных было так называемой Печерской монастырь, отстоящей в 56 верстах от Пскова по рижской дороге. От самого Пскова даже до городка Изборска земную поверхность составляют плитные слои, так что из оного камня и самое крепостное в Пскове и Изборске сделано строение.

---

[1] А. А. Ржевский был вице-директором Академии Наук и заместителем директора ее графа В. Г. Орлова, во время отъездов его из Петербурга.

Пригородок Изборск древностию превышает и самый Псков, сначала управляем был собственными князьями, а ныне небольшое экономическое составляет сельцо, и огромное крепостное строение во многих местах обвалилося. По дороге видны везде небольшие курганы, о которых сказывают, что тут бывали военные станы литовские и других народов, приходящих воевать на Русь; но достовернее сказать можно, что тут погребено множество убиенных воинов в частных [3] сражениях.

От городка Изборска земная поверхность начала возвышаться в холмы местами глинистые, а местами пещаные даже до Печерского монастыря, которой близ речьки Пачьковки в буераке Каменец прозываемом построен прежде времен царя Иоанна Васильевича, [4] а при его владении в 7053 году [5] обведен из плиты складенною стеною с субцами, [6] башнями и бойницами, в котором укреплении во время нашествия польского короля Стефана Аббатура в 7089 году [7] монахи со слушками двоекратную выдержали осаду, и осаждавшие принуждены были, не взяв монастыря, отступить; во время же шведской войны по повелению блаженныя и вечно достойныя памяти государя Петра великого монастырь сей обведен низменным земляным валом с четырьмя высокими земляными раскатами. [8] Пещеры, по которым и монастырь Печерским прозывается, ископаны в полуденном утесе буерака, под самою соборною церковию. Утес состоит из белого песку, которой весьма тверд и не осыпается. Пещеры составляют пять улиц различной длины, самая большая из них не более полутораста сажен. Все сии пещеры наполнены гробами, в бока пещер поставленными, которые для сухости места от давних времен стоят целы, и в пещерах почти никакой мертвенности не слышно. В 10 верстах от Пскова вверх по реке Великой на левом берегу по течению построено село Лыбут, [9] повыше оного находятся пороги, в которых отменного вкусу и величины ловится рыба. Село Лыбут примечания достойно и потому, что в нем родилася великая княгиня Ольга, которая в 6358 году [10] чрез реку Велику перевозила Игоря, ехавшего в Киев. В двух верстах от города по великолуцкой дороге находится горка, железною прозываемая, а в 15 верстах ручей Серебряк. Достоверные известия объявляют, что на ручье Серебряке бывали рудокопные ямы, из которых доставали серебро при княжении во Пскове Доманта во святом крещении Тимофеем нареченного. Хотя на Серебряке ныне никаких признаков серебра не видно, однако сумневаться не для чего, чтобы тут не бывало серебра, потому что и в новейшие времена в известном [11] камне серебро открыто. На железной горке видны признаки железистого песку, которой в таком изобилии железных руд, какое мы имеем, ни за что щитать должно, но для тогдашних нужд было довольно, и сии два места ясно показывают, что мы о рудах уже давно понятие имеем. Известной камень везде производит соленые ключи; сему закону последует и псковский плитник; ибо в 20 верстах находится ручей, Солонцем прозываемой, на котором в старину бывали соленые варницы, но за малым выходом соли уже давно запущены.

17 числа оставили мы город Псков, от оного до слободы Стрелкиной лесистые и болотистые места, также и худо исправленные мосты делают затруднительную дорогу; от Стрелкиной почти до самых Великих Лук не малыя земляные находятся горы, составляющие Пусторжевской округ, [12] которой так населен деревнями и селами, что в редком месте у нас такого населения видеть можно. Пусторжевской округ во многих местах гористую представляет степь и лес нарочито отдален.

Хотя вся сия страна, так сказать, покрыта пашнями, однако во многих местах бедные жители тают гладом, нет у них никаких лесных продуктов, которыми бы можно было пособить несколько безхлебице, но не знаю, какой бедственной случай научил их употреблять корень, змеевичем или бобовником называемой (Menyanthes trifoliate Linn.). Оной корень собирают они по болотам, сушат и толкут в муку; из которой с малою прибавкою ржаной муки пекут хлебы и делают соложеное. В тех местах, где сей корень истощился, и где пещаные подошли места, копают земляные орехи (Radix equiseti fluviatil. Linn.), а у коих и сего недостает, те толкут дубовые гнилушки и, смешав с мукою, пекут хлебы. Сожалеть надобно, что такая крайность не научила их к лутчему прибегнуть средству: в Великих Луках садят земляные яблоки,[13] которые не худо урожаются и о которых известно, что во время хлебного недороду много служить могут. Сибирской горох, которой без сумнения в здешней стороне рости может, не только бы украшал гористую степь, но и насыщал бы жителей. Много есть и других средств предохранить себя от помянутой бедности, но видно, что экономические труды для здешней стороны тщетны. В рассуждении прозябаемых нынешнее время совсем было безполезно, ибо и лес еще не оделся.

В Великих Луках пробыл я до 1 маия, где с 29 на 30 апреля сделавшееся в доме хозяина моего нещастие и до меня коснулося. В 12 часу ночи в кухне сделался пожар, от которого не с большим в час весь дом превращен был в пепел. Незапной и во время сна сей случай лишил меня некоторых собственных моих и казенных вещей. О собственных я не упоминаю, а из казенных вещей потерял я один термометер и один барометер, несколько книг и некоторые записки, однако надеюся последнюю утрату паки без ущерба пополнить и привести в порядок.[14]

Выехав из Великих Лук, четыре дни препроводили в дороге до Торопца, ибо ямские подводы отменены, а новые почты еще не уставлены. Через 18 верст от Великих Лук были безлесные места, от которых началися лесистые угорки, в которых мы находили признаки железа, а недоезжая за 16 верст до Торопца были пещаные боры. Во многих местах находилися обширные и рыбные озера. В лесах, кроме хвою имеющих дерев, много растет и дубу. На 90-верстном пространстве только самые первейшие и простые травы оказываться начинали, как то: Lathraea squamaria, Daphne mezereum, Anemone hepatica, pulsatilla, sylvestris, nemorum, Pulmonaria officinalis, Chrysosplenium, Ornithogalum luteum, Ficaria, Caltha, Viola tricolor et canina, Lamium album et purpureum, Hadera terrestris, Adoxa moschatellina, Fumaria bulbosa, Orobus vernus et variae species caricum. Myosurus minimus.

Из птиц набиты и перечучелены, которых я из Торопца отправлю водою,[15] суть следующие: Anas acuta in 2-plo. Anas platyrinchos mas. in duplo. Anas boschas mas. in 2-plo, foemina 1. Anas Penelope mas. et foemina. Anas Fuligula mas. et foemina. Anas glaucion foemina. Anas strepera mas. Anas merganser mas. Columbus cristatus in 2-plo. Columbus auritus in 2-plo. Tringa vanellus mas. in 2-plo, foemina 1. Anas Circia in 2-plo. Anas Grecca (= crecca) mas. et foemina. Tringa pugnax in 4-plo. Scolopax limosa in 3-plo. Tringa littorea in 2-plo. Tringa glareola in 2-plo. Scolopax grisea in 2-plo. Scolopax gallinago in 2-plo. Gallinago minor in 3-plo. Ardea nigra. Rallus aquaticus. Corvus glandarius. Coracias oriolus. Fringilla Schoeniclus. Alauda arborea. Motacilla flava. Lanius excubitor. Turdus pilaris. Turdus musicus. Sterna nigra.

№ 3. Из г. Торопца 16 мая 1773 г.

По отправлении последнего моего рапорта из Торопца от 6 мая ездил я на вершины рек Волги и Двины, которые не в дальном расстоянии одна от другой находятся.

В 60 верстах от города было озеро Охват, которое весьма глубоко и в длину верст на 20 глазомерных простирается. Из сего озера выходит река Двина, которая при самом исходе уже нарочито глубока и пространна, так что по ней всякое плоскодонное судно безостановочно ходить бы могло, есть ли бы в межень не препятствовали каменные пороги, верстах в 7 от Двинского исхода находящиеся, которые однакож весеннею водою совсем покрываются и делают свободной проход. Сей есть истинной исток реки Двины, но жители почитают другие вершины, которые от задняго конца озера верстах в 4 отстоят: оне выходят из болотины, сообщаются с небольшим озерком, Двинец прозываемым, из которого также небольшим ручьем протекают до озера Охвата. От озера Охвата между рекою Двиною и Волгою через 15 верст простирается волок, которой местами болотист, а местами небольшие земляные имеет холмы. На всем волоку нет никаких нарочитых речек, кроме одного озера, Собла прозываемого, отстоящего в 7 верстах от Охвата. Оно версты с 2 в окружности имеет. Волок приводит к озеру Пен, через которое течет река Волга нарочитой ширины и глубины. Озеро Пен в длину имеет верст с 5 и продолжается до погосту Всевок, от которого начинается озеро того же имени, с Пеном сообщение имеющее. До озера Всевок Волга течет своим стержнем через 5 верст, где она проходит через озеро Стерж: от Стержа до самого волжского верховья 7 верст щитается. Волжской ключ выходит при деревне Верховье, с (?) левую сторону от деревни великие подошли болота и гари с темным лесом. В рассуждении лесов можно сказать вообще, что между вершинами рек огромные растут сосны и ели и многие из них годятся на флотские употребления.

От села Дубны до Охвата через 10 верст толстые слои лежат известного камня, под которым во многих местах синяя и вяская глина немалым лежит слоем; она лутчим служит промыслом окольным жителям, которые из нее делают всякую утварь. Под глиною везде лежит железная руда, которая по наружному виду кажется быть выходною. Желать надобно, чтоб в сих местах приватные люди более ее испытали, я думаю, что ее для железного заводу будет довольно, в лесах великое изобилие и способные к тому протекают речьки.

При селе Дубне многие из берегу реки Двины протекают ключи, которые, чрез слои колчедана протекая, вбирают в себя минеральные частицы; но о сих ключах имп. Академия Наук довольное известие имеет [16].

Знатоки польских мест присоветовали мне расположить мою езду следующим образом: из Торопца поеду я на Смоленск, оттудова проберуся чрез места, лежащие по реке Соже, до Днепрскова ея устья и следовательно до назначенных мне пределов; от устья Сожи стану подыматься по Днепру вверх чрез Могилев до Вытепска. Таким образом надеюся совершенно осмотреть Могилевскую губернию. Но, чтобы дать дело части из порученных мне студентов, студента Николая Озерецковского отправил в Вытепск, которой в окольных местах надеюся препроводит время с пользою, а по реке Дрюесу [17] и по границе пошлю студента Тимофея Мальгина.

№ 4. Из г. Могилева 6 июля 1773 г.

Мая 20 оставили мы город Торопец и чрез 60 верст до реки Двины ехали лесными пещаными и бористыми местами. Возвышенные берега реки Двины показывали железную руду и колчедан. В 17 верстах от Двины была река Межа, по которой многие продукты Новгородской и Московской губернии отпускаются в Ригу. В 16 верстах от сей реки начинаются пределы Смоленской губернии, где изобильные находятся леса сосновые, а местами есть и дуб. Леса продолжаются почти до государевых волостей, принадлежащих к селу Духовщине, от которого редки становятся. Около Смоленска вместо лесов видны березовые рощи, которые с особливым рачением охраняются. Смоленск окружен местами возвышенными и глинистыми, так что в глубочайших буераках кроме одного слоя красноватой кропкой глины ничего не видно. В 60 верстах от Смоленска была наша прежняя граница при речьке Мерей, где по правую сторону построено село Шеляговка, а по левую польское местечько Ляды. От самых Ляд через 22 польские мили до города Мстиславля, которой стоит при речке Виохре, безлесные и увалистые места; и так часто населены, что мы все пространство между испаханными проезжали полями. Болотники, валошни и впадины составляют их пожни. Скот их большею частию пасется на оставляемых пашнях или паринах. Недостаток в лесах заставляет крестьян жить в избушках, на клевы похожих, дворы их крыты соломою; а прочая пристройка хижен осокою и палошником. Город Мстиславль не соответствует имени своего основателя и кроме двух каменных монастырей на село походит. Около его места угористые и приятные места. В двух милях при реке Соже много железистого камня и извести. Близ самого города целые увалы состоят из охры, а по реке Виохре сажен на 100 в берегу лежит белая весьма вяская глина, годная на лутчие глиняные утвари.

Выехав 9 июня из Мстиславля, изобильнее с нами встречалися перелески, но, вступив в Кричавское староство, увидели обширные леса, которые по обеим сторонам Сожи продолжаются даже до пределов Могилевской губернии. В борах изобилуют величайшие сосны, из которых поляки лутчие свои берут мастовые деревья. Все поемные места не только реки Сожи, но и впадающих в нее речек насаждены дубом, липою и другими листовыми деревами. В сих лесах наилутчие состоят сокровища Могилевской губернии, ибо они при таких стоят реках, которых сообщение с рекою Двиною не невозможное. Великорослой дуб снабдит флотские надобности, в липняках лутчая польская отчина или пчелники.

Достигнув назначенных мне пределов при слободе Добрянке, доехал левым берегом Сожи до самого ее устья, где, переправясь в углу Могилевской губернии, поворотил к Рогачеву, из которого отправил студента Тимофея Мальгина по Друе, левым берегом Днепра достиг и первенствующего города Могилева. В которых местах леса столь же были изобильны, как и около Сожа.

Что касается до качества земель, в Мстиславской провинции большею частию иловатые земли, а в Рогачевской между Днепром и Сожею пещаные. Плодородие здешних мест изящно; ибо в урожайные годы рожь приходит сам осмь, пшеница самшост, овесь и ячмень самдесят и самдвенадцать. Прочие пахотные растения почти все изрядно урожаются, как то лен и пенька, которые сеются в великом множестве

просо, бор дикуша, горох, чечевица, кика (?) (*mays*) сеются довольно. Впрочем во всех местах земля требует удобрения, без которого урожай бывает невелик. Садовые плоды, как то яблоки, груши, вишни, сливы, а местами коштаны украшают здешние сады. Минералами здешние места скудны, около реки Сожи и по другим речькам, хотя много находится железной руды, но руда болотная и не весьма выходная, которую поляки на своих рудных переводят. Изобилие лесов завело во многих местах поташные и гердашные[18] промыслы. Есть также и стеклянные заводы, но не в хорошем состоянии и только зеленое стекло плавят. Ровные пахотные и лесные места, климат с испытанными местами схожий, не много обещают важного в рассуждении истории натуральной; реки изобилуют рыбами, леса наполнены зверями, повсюду известными.

№ 5. Из г. Полоцка 28 июля 1773 г.

Оставя Могилев, продолжали наш путь до города Орши, в 13 милях отстоящий. Между сими городами местечько Шклов, принадлежащее князю Черторижскому примечания достойно, потому что оно весьма порядочьно выстроено; и бывает в нем великое торжище, на которое не только жители белорусских мест, но и окольных российских городов съезжаются. Между Могилевом и Оршою лесные места только до половины дороги, а чем ближе подъезжаешь к Орше, тем менее леса становятся, так что около Орши строельного лесу совсем нету. Крутые берега Днепра и других в него впадающих речек, также глубокие промоины и рвы, кроме глинистых слоев ничего не показывали. В самом городе Орше и около оного много находится извести (gypsum argillosum L.), которою вся Могилевская губерния довольствуется. Хотя Орша не в дальнем расстоянии от Могилева и имеет все те же выгоды, но никакими плодами не изобилует и худо выстроена. Местечко Дубровна, в трех милях от Орши отстоящее, особливого стоит внимания, потому что при нем находится могущее быть водяное сообщение между реками Днепром и Двиною. До сего местечька по Днепру проход свободной, от которого волок через пять миль до озера Бобоновского; из сего озера вытекает речька Черница, впадающая в реку учесу, которая в одной версте повыше Вытепска соединяется с Двиною.

15 июля выехали из Орши и от Днепра перебралися на Двину при Вытепске. От Орши до Вытепска 15 польских миль щитается. От местечка Смолян до Вытепска увалистые места, между коими инде пади составляют болотины дровяным лесом изобильные, и на сем пространстве начали оказываться каменные породы, принадлежащие к полевому дикому камню.

Город Вытебск как местоположением, выгодами к торговле, так и строением почти все белорусские города превосходит и изобилует древностями. Река Двина под городом высокие, но глинистые имеет берега, где также целые слои находятся белого мелкого песку годного на хрустальные заводы. От Вытебска до Полоцка вдоль по реке Двине большею частию пещаные места, пади все наполнены каменьями, в которых ни малейшего признаку рудного натьти я не мог; на сем пространстве две речьки Сосна и Обола, с Двиною соединяющиеся, с внутренними губернии местами водное сообщение делают. Двинские жители пред живущими в Могилевской губернии беднее, потому что и их

земля не так плодородна быть может и требует хорошего удобрения, к которому жители все способы имеют, но оными не пользуются.

Из Вытепска через Опочку отправил я студента Николая Озерецковского, а из Полоцка отправлю студента Тимофея Мальгина на тот же город с предписанием, чтобы из Опочек проехать по Лифлянской дороге.

№ 6. Из г. Риги 28 августа 1773 г.

Августа 2 дня оставили мы Полоцк и продолжали наш путь по реке Двине даже до Риги.[19] В 9 милях от Полоцка при деревне Болотки посреди самой Двины находятся два великие камня, на которых изсечен крест и русскими буквами надпись, изъявляющая ту достопамятность, что половцы [20] святое крещение восприяли от россиян чрез Гиндивила князя Полоцкого, которой поял в супружество княжну Марию, дщерь великого князя Бориса Тверского.[21]

В 20 милях от Полоцка выстроено местечько Креслау. Оно в отмену всем польским местечькам новою выстроено архитектурою, и большею частию каменные выкладены домы, где можно видеть особливой и в польских местечьках мало виданной порядок и изобилие в художествах и рукоделиях. Не доезжая до Креслау мили за две и проехав оное мили на три, земную поверхность составляют нарочито высокие земляные горы, в которых та слоев превратность, что чем выше гора, тем пещанее ея верх, напротив того низких гор верхи составляет ил. Между дикими пещаными каменьями, которыми в сем месте Двинские пади усыпаны, иногда попадаются куски серпентинного пестрого камня, почему со временем надеяться можно, что в сих горах лутчих пород откроются камни.

Не доезжая за две мили до Динабурга было селцо, Старой Замок прозываемое; замком называется оно потому, что во время тевтонцов на сем месте был укрепленной Динабург, которой по разорении перенесен на то место, где ныне находится. Нынешний Динабург также при самой стоит Двине, но весьма на невыгодном месте; ибо весенняя вода почти весь город потопляет; строение в нем самобеднейшее, кроме одного великолепного езуитского монастыря.

В 10 милях от Динабурга было последнее местечко Крецбург, к Белоруссии принадлежащее. Оно состояло из одной слободы деревянного строения и замку каменного, принадлежащего г. камергеру Корфу, от которого не в дальном расстоянии соединяющаяся с Двиною река Чернуха или Викчта между Белоруссиею и Лифляндиею составляла предел.

От сей реки почти до самой Риги двинские берега состоят из плитного камня, которой около разоренной крепости Кокенгаузена нарочито высокие составляет горы, и в которых разные виды известного и пещаного камня находятся. Сии каменистые берега причиною многих двинских порогов, начинающихся от Якубштата и с перерывкою продолжающихся даже до Леивардского форпоста. Пороги сии (так) в межень так мелки бывают, что и малейшее судно едва во всех местах пробраться может. Хотя весьма удобно пороги сии прочистить можно, но множество их уже не малого требуют иждивения, а главнейший с Ригою торг, будучи отправляем в весеннее время, в которое нарочито долго вода стоит высоко, большого ущерба не терпит, жидовская [22] же мелочьная и почти беспрестанно с Ригою отправляемая торговля требуемых на вычещение порогов издержек не стоит.

От Полоцка до Динабурга около проезжаемых нами мест большею частью пещаные и боровые места, но годного лесу мало видно, потому что польское корыстолюбие и соседство Риги оные леса опустошили. Напротив того, почти от самого Динабурга до границ Лифляндских и в преддверии оных великие подошли чернолесия, которые до Мариенбурга и прежних наших границ простираются и в которых не мало растет дубу. Самое преддверие Лифляндии весьма каменисто, средина болотиста (но иссушенные болота лутчие Лифляндские составляют пашни), а к самой Риге великие подлегли пески.

Во время Белорусской езды имел я случай делать многие наблюдения, до недостатков польского домостроительства касающиеся, которые все исчислены будут в своем месте [23], а теперь коснусь я только до главнейших. Главнейшее замешательство в польском домостроительстве происходит от неравного населения мест, ибо многие места так тесно населены, что крестьяна не могут иметь довольно пашни и прочих потребных угодьев, и что большею частию происходит от выходцов заграничных. [24] Худое состояние их скотоводства не мало препятствует к размножению пашни, которую они без скота удобрять не могут. В разных местах заведены селитьбы только для красоты места, а не для сельского приволья, и сеют на песке хлеб там, где малым трудом, иссушив болотины, могли бы в короткое время труд свой наградить богатою жатвою.

Законы и права, которыми пользуется жидовское [22] семейство, не в числе последних причин крестьянской бедности почитать должно; к чему и подпаны или панские урядники много способствуют.

Из посланных мною студентов, о Озерецковском никакого известия не имею, [25] а Мальгин приехал ко мне в Ригу. Во время его вояжа чрез Опочьку и Остров до Риги следующее примечено: в 70 верстах от Полоцка озеро Асыка, окружностию верст на 8, примечания достойно потому, что оно окружено горами, из которых средняя на укрепленное походит место и на которой выпахивают черепицу и каменной утвари обломки, из чего заключают, что тут бывало какое-нибудь древнее жительство. Близ Опочек не малые хрящовые находятся горы, покрытые сверху дикими серыми кругляками; прочее расстояние между Полоцком и Опочькою занимают пашни и пещаные места. В Опочьках отменной вышины земляной вал составляет городское укрепление. В 5 верстах от Опочьки гора Войска близ озера того же имени знатна по тому, что на ней возвращающаяся литва из под Пскова долгое время тут имела свой стан; и к которой прилегли места по самой натуре неприступные. От Опочьки до пригородка Острова места каменистые, где наиболее известной камень изобилует; пониже Острова на правом берегу целые горки находятся разноцветных глин, в которых разные окаменелости погребены. От Острова до Печерского монастыря все места заняты пашнями или небольшими борами. От Печерского монастыря в 17 верстах были развалены нового городка, от которого только три башни некоторым образом вид свой удержали. От сего городка до Валк сначала были места каменистые и хрящовые, а к концу великие пески подошли, которые до самой Риги простиралися. Здешние бесплодные в рассуждении нашего предмета места заставляют меня познакомиться с продуктами Балтийского моря; на оном избрал я остров Эзель, на которой при первом случае отправлюся, а обоз свой отпущю во Псков; потому что в поздное время не всегда можно будет попасть в Ригу, а с Пернау остров Эзель и в са-

мую зиму имеет сообщение, откуда мне и с своими соединиться не трудно будет.

Чтобы императорской Академии Наук дать предварительное известие о Белоруской флоре, прилагаю число и имена трав всевозможных, собранных около Вытепска студентом Николаем Озерецковским, ибо, и мои экскурсии не с большим на 300 верст от сего города простиралися.

Plantae circa Wytepscum crescentes. [1]

№ 7. Из г. Пскова 7 октября 1773 г.

Ожидаемой мною случай попасть из Риги на остров Эзель был тщетен; ибо непокрытые карбасы, какие с острова ходят, только в одно меженнее время чрез плесо пускаются. Итак, чтобы не тщетно сидеть в Риге, объехал весь морской берег, лежащей между Ригою и Перновым. Берег сей, так сказать, весь засыпан песком, которой местами целые составляет горы. Там инде (?) удобно можно было приметить, что не только береговой песок, но и самые пещаные горы морским водам начало свое долженствуют; ибо под пещаным слоем повсюду оказывался синеватой ил, свойственной дну морскому. Хотя такой ил большею частию составлял и берега и дно морское, однако в некоторых местах довольные претерпел перемены, а особливо при мызе Танкерот, где он в разноцветную и весьма тонкую претворился глину. Все сии глинистые слои наполнены маргазитными нарочито крупными друзами, так что на обделывание и шлифование годятся. Весь берег изобилует каменьями, которые вообще гранитами называются: но Такерот все окольные места снабдевает точильным, жерновным камнем и оселками.

Через три недели, которые я препроводил на берегах Балтийского моря, прямо и крепко на берега дующий ветер казался быть весьма способным к получению морских продуктов, но на берега более выкидывало трав, сладким [26] водам, нежели морю, свойственных. Из морских растений глыбами на берег (?) валялися Fus (=fucus) quercus marina v. (vel?) vesiculosus. L, fucus serratus, fucus filum, fucus muscoides et fucus longissimus.

Все сии растения и под самыми мызами согнивали в туне, несмотря на то, что могли бы с пользою употребляемы быть на пещаных пашнях.

Собранные известия в Пернаве чрез тамошняго г. стад-физика Висселя, позднее и опасное на море время, также и незнание мое финского языка, принудили меня, не быв на острове, возвратиться во Псков. Дорога чрез Лифляндию по позднему времени а особливо до Валок, была весьма затруднительна, по которой мучилися не малые хлебные обозы, в Пернов идущие. Но есть ли бы сделанная при замке Леал (?) засыпь была прочищена, то бы все продукты весьма способно можно было отпускать водою. Горы между Сеннен, Гангоф и Нейгаузен находящиеся изобилуют железною рудою, но для вырубленных лесов ничего с нею предприять будет не можно. Разными дорогами посылаемые от меня студенты все собралися кроме чучельника и стрелка, которые на Чюдское отправлены озеро. Осмотрев предписанные мне места, ожидаю от императорской Академии Наук дальнейшего повеления.

---

[1] См. приложение 4.

№ 8. Из г. Пскова 5 ноября 1773 г.

Семь рапортов, содержащих отчет Белоруской езды, посланы были от меня из разных мест и в разные числа: последний из оных отправлен изо Пскова от 7 октября, в котором я доносил Академии Наук, что предписанные места в Белоруссии все осмотрены. Но как я по сие время ни на один мой рапорт никакого известия не имею, то сумневаюся доходили (ли?) они до Академии. Почему сим покорнейше прошу уведомить меня о рапортах и снабдить дальными приказаниями. О сем покорнейше просит Академик Иван Лепехин.

Приложение 4.

PLANTAE CIRCA WYTEPSCUM CRESCENTES *

Achillea ptarmica
„ millefolium
Aconitum lycoctonum
Actaea spicata
Adonis vernalis
Agrimonia Eupatoria
Agrostema githago
Agrostis alba
„ arundinacea
„ canina
„ eapillaris
„ rubra
„ spica venti
Aegopodium podagraria
Aetusa cynapicum
Aira ▽ tica (aquatica? *B.T.*
Aiuga pyramidalis
Alsine media
Allium oleraceum
„ schoenoprasum
Alopecurus geniculatus
„ panicens
„ pratensis
Aiysma plantago
Alyssum campestre
„ cardamine
„ pratensis
Andryala lanata
Anemone hepatica
„ pulsatilla
„ silvestris
„ vernalis
Arthemis arvensis
Anthyllis vulneraria
Antirrhinum linaria
Apium graveolens
Arabis thaliana
Arctium lappa
Arenaria media
„ peploides
„ saxatilis
„ serpillifolia
„ trinervia
Artemisia absinthium
„ campestris
Arundo phragmites
Asclepias nigra
„ vincetoxicum
Asparagus officinalis
Astragalus campestris
„ glyciphyllos
Athamanta oreoselinum
Avena fatua
„ pratensis
„ sativa

Balota nigra
Bellis maior
Betonica officinalis
Borrago officinalis
Brassica campestris
„ rapa
Bromus arvensis
„ giganteus
„ secalinus
Butomus umbellatus

---

* Список растений, растущих около Витебска, был послан Лепехиным в Академию Наук при его рапорте № 6 (см. стр. 560). Список атот публикуется с сохранением правописания подлинника. Названия растений для удобства пользования расположены мною в альфавитном порядке (в подлиннике они написаны в разбивку).

Campanula cervicaria
" glomerata
" latifolia
" patula
" persicifolia
" rotundifolia
" trachelium
Cardamine pratensis
Carduus crispus
" heterophyllus
" lanceolatus
" palustris
" tuberosus
Carex acuta
" arenaria
" brizoides
" capillaris
" cospitosa
" digitata
" dioica
" filiformis
" flava
" nigra
" palustris
" policaris
" pseudocyperus
" remota
" vesicaria
" vulpina
Carlina vulgaris
Centaurea cyanus
" jacea
" nigra
" phrygia
Cerastium semidecandrum
Chelidonium maius
Chenopodium album
" bonus Henricus
" botrys
" murale
" polyspermum
" rubrum
" urbicum
Chondrilla juncea
Chrysanthemum leucanthemum
Cicuta virosa
Cineraria palustris
Circaea lutetiana
Cistus helianthemum
Clinopodium vulgare
Cnicus oleraceus
Conium maculatum
Conyza squarrosa
Convallaria majalis
Convolvulus maior
" minor
Chaerophyllum aromaticum
" sylvestre
Cucubalus baccifer
" Behen
" tataricus
Cuscuta Europaea
Cychorium intybus
Cymosum auricula
Cynoglossum officinale
Cynosurus aureus
" coeruleus
" cristatus
Cytisus hirsutus

Dactylis glomerata
Datura stramonicum
Daucus carotta
Delphinium consolida
Dianthus arenarius
" cartusianorum
" plumarius
" prolifer
Digitalis lutea
Draba muralis
" verna
Dracocephalum Rugschiana
Drosera rotundifolia

Elimus caninus
Epilobium angustifolium
" hirsutum
" palustre
Equisetum
Erica vulgaris
Euphorbia amygdaloides
" dulcis
" esula
" palustris
" peplus
" sylvatica
Euphrasia officinalis
Ervum hirsutum
Erysimum alliaria
" officinale

Festuca decumbens
" ovina
Fumaria bulbosa
" officinalis

Galeopsis galeobdalon
„ ladanum
„ tetrahit (?)
Galium aparine
„ boreale
„ uliginosum
„ palustre
„ spurium
„ sylvaticum
Gentiana amarella
„ campestris
„ centauricum
„ cruciata
„ pneumonanthe
„ purpurea
Geranium columbinum
„ palustre
„ pratense
„ Robertianum
„ rotundifolium
Geum urbanum
Gladiolus Europaeus
Gnaphalium dioicum

Hedisarum onobrychis
Heracleum sphondylium
Herniaria glabra
Hieracium pilosella
Hydrocotile vulgaris
Hyosciamus vulgaris
Hyoseris minima
Hypericum foratum

Impatiens noli me tangere
Inula dysenterica
„ germanica
„ helenium
„ pulicuria
Iris pseudacorus
„ sibirica
Jasione montana
Juncus articulatus
„ bufonius
„ conglomeratus
„ filiformis
„ inflexus
„ pilosus
„ stygius

Lamium album
„ amplexicaule
„ purpureum
Lapsana comunis
Laserpitium gallicum
Laserpitium prutenicum
Lathyrus latifolius
Leontodon taraxacum
Leonurus cardiaca
Linum catharcticum
Lolium perenne
„ temulentum
Lotus corniculatus
„ cytisoides
„ peregrinus
Lychnis dioica
„ flos cuculi
„ viscago
Lycopus Europaeus
Lysimachia nummularia
„ vulgaris
Lythrum salicaria
Malva geum urbanum
„ rosaea
„ rotundifolia
Marrubium vulgare
Matricaria chamomilla
Medicago falcata
Melampyrum arvense
„ nemorum
„ pratense
Melica nutans
Milium effusum
Myagrum perenne
„ sativum
Myosotis lappulla
Myosurus minimus
Myriophyllum spicatum

Nardus stricta
Nepeta cataria

Onopordum Acanthium
Ophrys Loeselii
„ monorchis
„ ovata
Orchis alba
„ bifolia
„ conopsea
„ latifolia
„ mac (не maera ли? *В. Т.*)
„ maculata
„ moriofoemina
„ palmata
Origanum vulgare
Orobanche maior
Ornitogalum minimum
Oxalis acetosella

Panicum crus galli
" sanguinale
Parnassia palustris
Pedicularis sylvatica
Peucedanum officinale
Phleum pratense
Pholandrium aquaticum
Picris hieracioides
Pimpinella saxifraga
Poa aquatica
" compressa
" rubra
" trivialis
Polemonium coeruleum
Polygala vulgaris
Polygonum amphibium
" avicuiare
" bistorta
" convolvulus
" hidropiper
" persicaria
" viviparum
Potentilla argentea
" hirta
Primula veris
Pyrola rotundifolia
" secunda

Ranunculus aquaticus
" arvensis
" auricomus
" bulbosus
" flamula
" Ficaria
" lingua
" polyanthemos
" sceleratus
Rhinanthus crista galli
Rosa canina
Rubus arcticus
" fruticosus
" idaeus
" saxatilis

Sagittaria sagittifolia
Sanicula Europaea
Saponaria officinalis
Scabiosa arvensis
" succisa
Scirpus palustris
" Holoscomus
Scorzonera humilis
Scrophularia aquatica
" nodosa
Scutellaria galericulata
Sedum acre
" telefium
Selinum palustre
Senecio jacobaea
" saracenicus
" sylvaticus
" viscosus
" vulgaris
Serapias helleborine
Serratula arvensis
Sigillum bifolia
Sium inundatum
Silene cerastoides
" inoperta
" nutans
Sinapis arvensis
Sisymbrium ▽ ticum (aquaticum? *B.T.*)
Solidago virga aurea
Sonchus arvensis
" oleraceus
" palustris
Sophia arenosum
" palustre
Spargauium nutans
Spiraea ulmaria
" filipendula
Stachis germanica
" sylvatica
" palustris
Stratiotes aloides
Stellaria graminea
" nemorum

Tanacetum vulgare
Thalictrum angustifolium
" aquilegifolium
" minus
Thlapsi arvense
" campestre
" bursa pastoris
Tordylium anthriscus
Tragopogon pratense
Trifolium arvecose
" M. hybridum
" montanum
" M. officinalis
" M. polonica
" pratense
" procumbens
" M. repens
" scabrum
spadiceum

Trifolium striatum
Trollius Europaeus
Tussilago farfara
Thymus serpillum

Urtica urens
„ dioica

Vaccinium chamaemorus
„ myrtillus
„ oxycoccos
„ uliginosum
„ vitis idaea
Valeriana dioica
„ officinalis
„ silvestris
Veronica agrestis
„ arvensis
„ becabunga
„ Chamaedrys
„ hybrida
„ longifolia
Veronica officinalis
„ peregrina
„ scutellata
„ serpillifolia
„ spicata
„ ucrainica
„ verna
Verbascum nigrum
„ thapsus
Viola canina
„ mirabilis
„ palustris
„ tricolor
Vitia dumetorum
„ gracca
„ sativa
„ sepium
„ sylvatica

Xanthium strumarium

ПРИМЕЧАНИЯ К РАПОРТАМ АКАДЕМИКА ЛЕПЕХИНА В АКАДЕМИЮ НАУК

[1] Называя Псков „первейшим городом Белорусской губернии", Лепехин исходил, очевидно, из того, что в 1772 г. гор. Псков и его район в административном отношении были включены в состав вновь образованных белорусских губерний (см. выше стр. 546); поэтому Псков был самым первым („первейшим") из городов белорусских губерний, находящихся на пути экспедиции Лепехина.

[2] Здесь Лепехин единственный раз в своих донесениях называет Псков его старинным именем „Плесков".

[3] Очевидно автор хотел сказать „частых".

[4] Печерский монастырь, основанный в 1473 г., по нынешним более точным данным расположен в 46 верстах от Пскова по дороге в Ригу. В то время этот монастырь, как находившийся на границе Московского царства с Ливонией, играл роль пограничного укрепления, защищавшего доступ к Пскову.

[5] Т. е. в 1545 г. н. э.

[6] Очевидно „зубцами".

[7] В 1581 г., во время осады г. Пскова польским королем Стефаном Баторием, часть его войск была направлена для осады Печерского монастыря. Однако, все приступы осаждавших были отбиты, и монастыря взять не удалось.

[8] После поражения под Нарвою Петр I, опасаясь вторжения шведов в пределы России, приказал укрепить Печерский монастырь, что и было выполнено в 1701 г.

[9] Лепехин применяет здесь народное название села Лыбут, именуемого в исторических материалах и в официальных доку-

ментах Выбуты, Выбутино, Выбутский погост. Это село упоминается в некоторых древних русских летописях. Позднейшая литература о нем:

1) Богушевский Н. Заметки о селе Выбутах (Лыбутах) — в Трудах III Археологического съезда в России, бывшего в Киеве в августе 1874 г. Том II, приложение, стр. 139—144. Киев. 1878.

2) С.-Петербургские Ведомости, 1859 г., № 62 (фельетон).

3) „Россия", изд. под ред. В. П. Семенова, т. III, стр. 311.

4) Энцикл. словарь Брокгауза и Ефрона, т. IV-а, стр. 854, под словом „Будутино" и др.

[10] 6358 г. = 850 н. э. Здесь Лепехиным допущена ошибка, так как Игорь и Ольга, по историческим данным, жили несколько позже.

[11] Очевидно, в „известковом" камне.

[12] Пусторжевский округ получил свое название от гор. Ржева Пустая, который впоследствии был переименован в Новоржев.

[13] Земляные яблоки, т. е. картофель. Внедрение картофеля в народно-хозяйственный обиход населения России началось только в царствование Екатерины II и долгое время встречало упорное сопротивление со стороны крестьян, доходившее до „картофельных бунтов" при Николае I.

[14] Пожар в Великих Луках случился почти в самом начале работ экспедиции Лепехина, когда научных материалов было накоплено им сравнительно еще немного. Поэтому пожар не причинил большого вреда экспедиции. Гораздо печальнее были последствия пожара в доме, занимаемом экспедицией академика И. Г. Гмелина (старшего) в Якутске в 1736 г., когда погибла в огне большая часть экспедиционного инвентаря и научные коллекции и материалы, собранные за годовой период, пополнить которые было уже невозможно.

[15] Намерение Лепехина отправить ящик с научными материалами из Торопца „водою" (т. е. водным путем — по р. Ловати, оз. Ильменю, р. Волхову и т. д.) было затем изменено, и посылка была отправлена сухим путем через Великие Луки, Порхов и Новгород.

[16] В 1768 г. адъюнкт Академии Наук (впоследствии академик) Гильденштедт, возглавлявший одну из групп Астраханской экспедиции, по пути из Петербурга в Москву также обследовал район г. Торопца и верховьев рек Западной Двины и Волги, причем результаты своих научных наблюдений представил в Академию Наук. Этим, вероятно, объясняются слова Лепехина о том, что о ключах при селе Дубне „Академия Наук довольное известие имеет".

[17] Река Друть (по польски Druć) в трактатах о мире с Польшею 1772—1773 гг. называется Дрюец.

[18] Значение понятия „гердашный промысел" мне не удалось установить ни по современной лесохимической терминологии, ни по словарям XVIII и XIX вв. Однако можно думать, что гердашный промысел, по источнику необходимого для него сырья (лес, древесина) и по конечному продукту (Asche — зола), близок к поташному промыслу. Разница между обоими промыслами заключается, повидимому, в способе производства золы: в поташном промысле некоторую роль имеет горшок (немец. Potasche), а в гердашном — горн, печь (немец. Herdasche). Такое соображение подтверждается

сохранившимся немецким переводом рапорта Лепехина № 4, в котором слова „гердашный промысел" переведены словом „Weidaschfabricken", что означает завод для производства золы из древесины ивы.

[19] Хотя Лепехин пишет, что из Полоцка до Риги он ехал по реке Двине, т. е. как будто водным путем, однако при ознакомлении с записями расходов, произведенных экспедицией на этом отрезке пути, можно убедиться, что Лепехин ехал не водным путем, а грунтовою дорогою. Действительно, в числе расходов, произведенных экспедициею на пути из Полоцка в Ригу, находятся счета за мазанье телег на остановках, за деготь, за некованные передки к коляскам и т. д., что указывает на передвижение экспедиции сухим путем. Сухопутная дорога из Полоцка в Ригу, как это видно из дорожной карты XVIII в., совпадала в общем с направлением течения р. Западной Двины, однако в некоторых местах она значительно отдалялась от ее течения.

[20] Здесь Лепехин, несомненно, имел в виду не половцев, населявших южнорусские степи, а полочан, т. е. жителей гор. Полоцка и Полоцкого княжества.

[21] Приведенный Лепехиным факт нахождения в русле р. Зап. Двины больших камней с изображением креста и древними надписями соответствует действительности, но сообщаемое им содержание надписей совершенно не верно, так как надписи эти гласят: „Господи помози рабу своему Борису". (См. у А. Сапунова „Борисовы или Двинские камни". Витебск, 1890 г.).

[22] Здесь Лепехин применяет название евреев, которое употреблялось в его время официально в русском законодательстве (см. Еврейская энциклопедия, VII, стр. 587).

[23] Это намерение Лепехиным не было выполнено.

[24] Говоря о „выходцах заграничных", Лепехин, вероятно, имел в виду, что в пределах обследованной им территории по р. Сожу жило много русских старообрядцев, которые еще во время Софии Алексеевны и при Петре I ушли в Польшу, спасаясь от религиозных преследований со стороны русского правительства, и образовали там много поселений (Ветка, Гомель и др.). Во время проезда Лепехина район р. Сожи со старообрядческим его населением находился уже в пределах России, поэтому старообрядцы этого района могли уже считаться не заграничными выходцами, а природными гражданами России.

[25] Выше было указано, что Озерецковский был командирован Лепехиным из Витебска в Опочку. Вернувшись оттуда в Витебск и не застав там Лепехина, который уехал в Ригу, Озерецковский отправился вслед за ним и нагнал его в Риге. В момент отсылки рапорта № 6 Озерецковского в Риге еще не было.

[26] В отличие от соленой морской воды Лепехин называет здесь пресную (речную и озерную) воду „сладкой".

V. P. TARANOVIČ

THE TRAVELS OF I. I. LEPEKHIN, MEMBER OF THE ACADEMY OF SCIENCES. OVER WHITE RUSSIA AND LIVONIA in 1773.

After the first partition of Poland, performed by Catherine II in 1772 by an agreement with the courts of Berlin and Vienna, the eastern part of White Russia went over to the Russian Empire. This part was divided into the governments of Mogilev and Pskov.

Soon after the annexation of this territory Catherine II found it necessary to subject it to a scientific research, and to this end she issued the order to the Academy of Sciences to equip an expedition with the Member of the Academy I. I. Lepekhin as its leader.

This expedition took place during March-December 1773. Lepekhin and his companions, the students Ozeretskovsky and Malgin, crossed in all directions not only the newly annexed part of White Russia, but also Livonia and the upper part of the Volga and Dvina Rivers (see the itinerary map). During these travels Lepekhin periodically senting to the Academy of Sciences reports with short descriptions of the expedition's activities, and collections that he made on the way.

After the return of Lepekhin to St.-Petersburg Catherine II did not pay much interest to the study of the materials of this expedition, which might explain the fact, that they were not subjected to a scientific working up and have remained unpublished.

It must be said, however, that the reports of Lepekhin, though they were very brief, contained many interesting informations about the countries visited by the expedition. The publication of these reports, that present a short preliminary account of the White Russia's expedition of 1773, is therefore useful and interesting even now.

In his reports Lepekhin deals chiefly with the description of natural conditions, observed by him in the districts visited on the way. He adds to these descriptions lists of plants and animals. The most complete list of plants is that for the government of Witebsk (Plantae circa Wytepscum crescentes). He made this list according to the system of Linney. Besides this Lepekhin pays much attention to the economical conditions of the population of the newly annexed districts, and to their productive capacities. Finally he turns on questions of a historical and geographical character, as, for instance, in his descriptions of the cities of Pskov, Isborsk, Lybut, of the Monastery of Petchersk, of the stones with old inscriptions in the Dvina River etc.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ · Сер. 1, вып. 5

Ф. А. Кудрявцев

ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ЗАБАЙКАЛЬЯ

(Материалы об экспедиции академиков Палласа и Георги)

При разборке архивных материалов Нерчинского горного правления, хранящихся в Читинском отделении Восточно-сибирского краевого архива, пишущий эти строки нашел несколько небольших, но интересных документов, касающихся изучения Нерчинских рудников и заводов знаменитыми натуралистами конца XVIII в., академиками Петром Симоном Палласом и Иоганом Готлибом Георги. Документы представляют собою письма названных исследователей в канцелярию Нерчинского горного начальства, ответы на них, ведомость о серебросодержащих Нерчинских рудниках, запись вопросов Георги в Шилкинской заводской конторе о добыче и выплавке руд и ответов на эти вопросы.

Труды Палласа и Георги занимают крупное место в истории изучения Сибири вообще, Забайкалья в частности. „Труды их, во многом сохраняющие полную научную силу до настоящего времени, представляют один из важнейших вкладов в дело географического изучения нашей страны". Среди академических путешественников XVIII в. самым выдающимся был Петр Симон Паллас (1741 — 1811 гг.). „Он посетил (1768—1773 гг.) Поволожье, Астраханское Заволожье, Уральскую область, Западную Сибирь, Алтай, Байкал и Забайкалье. Его отчеты, дающие массу сведений по географии, зоологии, ботанике, геологии, этнографии и археологии России, до сих пор служат сокровищницей, из которой продолжают черпать последующие исследователи".[1] В области изучения Забайкалья много сделал И. Г. Георги (1729 — 1802 гг.), совершивший в 1772 г. путешествие вокруг Байкала, составивший карту и описание последнего, а также обследовавший рудники и горные богатства Нерчинского горного округа. Ценность обнаруженных нами материалов заключается в том, что они дают некоторое представление о плане и методах работы знаменитых натуралистов при изучении „подземных натуры бо-

---

[1] Л. С. Берг. Очерк истории русской географической науки. Изд. Акад. Наук СССР, стр. 67, 68. Л., 1929.

гатств", рудников и заводов Нерчинского округа. Кроме того, материалы интересны для истории горной промышленности в Забайкалье.

Первое письмо Палласа, возглавлявшего академическую экспедицию, было отправлено в канцелярию Нерчинского горного начальства из Красноярска 4 января 1772 г. Паллас от имени „экспедиции для натуральной по государству истории" писал:

„В силу препорученного мне осмотру и описания южных частей Иркутской губернии, наипаче лежащих за Байкалом мест, должно мне будет объехать в наступающее лето состоящие под канцеляриею Нерчинского горного начальства заводы и рудники, исследовать натуральное качество тамошних рудных мест и тому учинить описание. Для лучшего же распоряжения моего путешествия и поспешествования моим делам необходимо нужно иметь некоторые сведения о найденных в тех местах рудных приисках или других примечания достойных минералах, притом и о бывших и ныне в действии находящихся рудниках"... Паллас просил сообщить ему:

„1) Ведомость о всех старых и новых ширфах и рудниках, с объявлением времени, в которое каждый найден. Описание производимых на оные в разные времена горных работ, главнейшие породы руд, из каждой получаемые, содержание оных свинцом, серебром и прочими металлами, случившиеся редкости и разные штуфы, а напоследок—причины, зачем работа на брошенных рудниках оставлена, количество руды, во время разработания оных полученные.

„2) Выписку о разных припасах, которые не разработаны, также и других в тамошней стране найденных минералах, примечания достойных, кореньях, минера(льных) землях и прочих достопамятных вещах, которых канцелярия ведает.

„3) Специальную карту о лежащих... (в ведомстве) том странах, на которых не только з(емли), но и главнейшие рудники и рудные места означены были.

„Я прошу канцелярию Нерчинского горного правления переслать ведомость сию . . . в Селенгинскую воеводскую канцелярию, (д)абы я оные в приезд мой в марте получ(ил) и в пользу употребить мог"...

Упомянутая канцелярия представила сначала лишь часть просимых Палласом сведений, прислав, по словам последнего, „выписку состоящим в Братской степи казенным рудникам с приложенными двумя чертежами". Это не удовлетворило Палласа, и в своем письме из Селенгинска от 27 марта 1772 г. он, поблагодарив за присылку указанных материалов, отметил, однако, следующее:

„Как помянутой экспедиции еще паче и паче иметь надлежит осведомление о рудниках, в коих действие и работа производится, также нужно необходимо знать и о местах всего Нерчинского горного ведомства. Того ради через сие вторично просит экспедиция помянутую канцелярию Нерчинского горного начальства дабы при первом случае и в возможной скорости изволила сообщить экспедиции ведомость о всех рудниках, на коих действие и работа производится по примеру прежде посланной выписки, которой обстоятельными описаниями экспедиция очень довольна, также и оную карту специальную всего Нерчинского

горного ведомства или, если ее в скорости прислать неможно, то по крайней мере соблаговолено бы было оную изготовить до моего приезда".

Из приведенной цитаты видно, что Паллас предполагал лично отправиться для изучения Нерчинского горного ведомства, но болезнь задержала его, и он поручил проведение этой работы Георги. Интересно в отношении типичного для этого времени стиля и по самому содержанию письмо Палласа по этому поводу к начальнику Нерчинских заводов генерал-майору Суворову. Приводим это письмо полностью.

Милостивый государь Василий Иванович!

Весьма нещастливым себя почитаю, что по причине самой неспокойной погоды умедлив, а потом и большею здоровья слабостью будучи удержан, пути до заводов под ведением вашего превосходительства состоящих предпринять и моего вашему превосходительству почтения и искреннего при сем духа сам засвидетельствовать не мог. Причина тому была та наиболее, что в правое меня плечо приключилась болезнь, которая чувствительная стало, что с дальнего уже пути, через места весьма изобилующего всем, что необходимо нужно в житии, никак снести уже не мог. И для того из Акшинской границы возвратившись, первой снискал случай всенижайшую вашему превосходительству мог принесть благодарность за приказание, которого для способнейшего мне предприятия в пути разослать изволили ко управителям, и что меня впредь будущую вашего превосходительства милость и благосклонность препоручаете. Сожалею и весьма буду сожалеть, что мне не удалось осмотреть подземных натуры богатств, которые Аргунские в себе скрывают горы. А как препорученное мне описание о натуральной сибирской истории без познания сего совсем бы весьма было несовершенно, то для той я причины оную положил комиссию на г-на аптекаря Ивана Ивановича Георгия, который в моей находится команде и который ныне на судах отправился для описания берегов, около Байкала лежащих, а осенью поспеть имеет к Нерчинским заводам. И так всепокорнейше прошу вашего превосходительства упомянутого господ. Георгия принять в такое же покровительство и милость, которое и меня по сие время изволили удостаивать, а приказанием вашим облегчите ему путь, почему бы он достопамятных натуры вещей, которые в находящихся под ведением вашего превосходительства рудниках заключаются, прилежнее и пространнее мог описать и собирать куриозных тамошних минералов для умножения и украшения императорского санкт-петербургского кабинета. Чего ради и описание о рудниках, которое вашего превосходительства канцелярия до моего приезду изготовить приказала, также равно и карту географическую о всем заводском ведомстве приказать прошу ему вручить.

А я навсегда с моим высокопочитанием остаюсь
вашего превосходительства всепокорнейший слуга
Петр Паллас.

Июля 2 дня 1772 году
Селенгинск

Георги прибыл в Нерчинский горный округ уже в октябре 1772 г. 13 октября он обращается с письмом в Нерчинскую горного на-

чальства канцелярию с просьбой представить ему ряд сведений, необходимых для его исследовательской работы. Из письма видно, какими вопросами интересовался Георги. Указывая, что по данному от Академии Наук наставлению ему „велено осмотреть и описать Нерчинские заводы“, Георги от имени „физической экспедиции... для исследования натуральных вещей и осмотра места по государству“ просил сообщить:

„1. Когда начат работою каждый рудник и кто оные находил; какой глубины из оных каждый ныне находится, сколько пуд с начала от каждого рудника по сие время руды получено, сколько работников ныне находится, каким образом находятся здесь руды: жилами или гнездами и в каком камне находятся и в которую сторону оные рудники лежат: к востоку или к западу, не имеется ли оставленных рудников, за неимением в оных руды или за умножением в оных воды, не имеется ли где мест впредь для руды надежных.

2. Прошу пожаловать дать мне планы как рудникам, так и заводам.

3. Не бывало ли когда здесь землетрясений и не причинилось ли от того вреда рудникам?

4. Не примечено ли где в окружности других минералов кроме тех, которые в рудниках находятся, например, слюда, мармор, камения светлые, каменья для мельниц, оселки, серпентин, аспид, купорос, квасцы, земля для краски, каменное масло, каменный уголь, шифер, алебастр, гипс, сера горючая и медициональные воды, также и кислые, каменная соль, натуральный (стерто)?

5. Когда учрежден каждый завод?

6. Какой способ в употреблении для плавки и, которые руды легкие и которые тяжелые в плавке, какие прибавления или флюс в употреблении бывают и откуда получаются? Какой пропорции бывает одна шихта, сколько ушло и сколько времени для плавки требуется? Какие и сколько продуктов как чугуна или другого чего по большей части получается из шихты? Какие прочие работы бывают с вышеописанными продуктами? Откуда камень и глина получается для печей, которая имеет твердость в огне? Как долго продолжается одна плавка?

7. Довольно ли поблизости мест для угля и из каких деревьев состоит лес? Сколько в печь бывает коробов угля?

8. Какие болезни препятствуют в работе особливо в здешних рудниках и заводах?

9. Кто был прежде сего времени над здешними заводами главными командирами и кто в которое время?

10. Какой штат ныне здесь состоит?

11. Когда начало было завода Газимурского? Какие были рудники и какие из них руды добывались? Когда оный окончился?

12. Сколько здесь в заводе дворов?

13. Прошу копию плана всех заводов Нерчинских сообщить.

14. Прошу для кунсткамеры императорской Академии Наук хорошие штуфы мне сообщить.

Аптекарь Георгий.

1772 г.
Октября 13 дня

Еще до отправки этого письма Георги, прибыв в Шилкинскую заводскую контору, расспрашивал о действии состоящих под ее ведением

рудников и плавильных заводов. Кроме того он лично осматривал „заводское и горное действие", собирал „здешних рудников получаемые руды (и) в них находимые куриозные штуфы" (всего было взято до 30 сортов). Вопросы Георги и ответы на них были записаны. Подлинник записи остался в Шилкинской заводской конторе, а копия была препровождена в канцелярию Нерчинского горного начальства при „репорте" (рапорте), в котором указывалось: „Каковы сего октября 4-го числа в здешней конторе прибывшего сюда от физической экспедиции для обследования натуральных вещей и осмотра мест аптекаря Георгия вопросные о горном действии и выплавке руд ответы получены, с оных Шилкинская заводская контора представляет копию". Последняя приводится нами в приложении к настоящей статье. Нерчинской горной конторой была представлена также ведомость: „Сколько при нижеописанных (приводился список) казенных и рудопромышленьичих рудниках и приисках с начала оных обретения по каждой порознь по 1-е сентября нынешнего 1772 года серебродержащих руд в обществе всех сортов добыто пудов"...

Период пребывания Палласа и Георги в Забайкалье был периодом подъема производительности Нерчинских рудников и заводов сравнительно с предыдущими годами. В первое сорокалетие XVIII в. добыча серебра была ничтожна. С 1704 до 1740 г. она держалась в пределах от 1 пуда до 13 пудов в год. С 1722 г. по 1740 г. было выплавлено всего 13 п. 15 ф. серебра. Но с 1740 г. выплавка серебра начинает подниматься.С 1740 г. по 1752 г. ежегодная выплавка колебалась от 9 до 89 пудов, а в 1752—1784 гг. — уже от 150 пудов до 619 пудов. В 1761 г. Главное управление Нерчинских заводов было перенесено из Петербурга в Нерчинск с назначением начальником заводов бригадира Суворова (ему и писал Паллас). Принимается ряд мер к поднятию производительности рудников и заводов. Было сделано 4 новых плавильных печи и заведены более сильные мехи. Машины, действовавшие при печах и приводимые в движение лошадьми, были сделаны легче. Все эти усовершенствования удешевили и ускорили работу. Были построены три новых завода: Дучарский (в 1763 г.) при 11 плавильных печах, Кутомарский при 9 печах (1764 г.), Шилкинский (в 1767 г.) при 4 печах с удобными по тому времени машинами и сереброраспределительными горнами. Начались новые изыскания; было открыто 18 новых казенных рудников, 1 частный и несколько золотых приисков. За период в 59 лет до 1761 г. было выплавлено 2006 пудов 35 фунтов серебра, а за 11 лет с 1763 по 1774 г.—уже 5162 пуда 11 фунтов серебра и 40 пудов золота. Кроме того было отправлено в Западную Сибирь на Колывано-Воскресенские заводы до 214 256 п. 27 ф. свинца. Максимум выплавки серебра 619 п. был достигнут в 1784 г. В дальнейшем это количество снизилось в среднем до 300—250 пудов. Последующая история Нерчинских рудников и заводов выходит за пределы нашей темы.

В развитии серебросвинцового и золотопромышленного дела начинало сказываться проникновение товарно-капиталистических отношений в феодально крепостническое общество. Но в изучаемый нами период на всей организации горного дела еще лежала печать крепостничества. На рудниках и заводах применялся еще подневольный труд приписанных к заводам крестьян, набираемых для работы рекрут и ссыльно-каторжных.

Положение горнозаводских рабочих и крестьян было чрезвычайно тяжелым. „Сказал бы ничего хорошего здесь нет,—писал в 50-х годах XVIII в. полковник Соймонов,—но руды серебряные весьма надежные, богатые и прибыточные. До приписки крестьян к заводам была скудость, но не совершенная. Без работы люди могли голодом лежать, а работая, голодом жить невозможно... В истории я не видал, чтобы какие люди могли терпеть голод, как здесь живущие"...

С распространением хлебопашества в Нерчинском округе и развитием горного дела снабжение хлебом несколько улучшилось. Но положение горнозаводских рабочих и приписанных крестьян оставалось тяжелым. Работая с утра до вечера, едва перебиваясь, горнозаводские рабочие за малейшие проступки подвергались жестоким телесным наказаниям. В архиве Нерчинского горного правления мы находим многочисленные дела о побегах рабочих от тягостей заводского режима...

Печатаемые нами материалы дают некоторое представление о методах работы Палласа и Георги. Эти исследователи стремились „прилежнее и пространнее описать" предмет своего изучения (в частности Нерчинские рудники и заводы). Сожалея, что ему не удалось „осмотреть подземных натуры богатств, которые Аргунские в себе скрывают горы", Паллас поручает Георги возможно „прилежнее и пространнее" выполнить эту работу, так как без этого „описание натуральной сибирской истории", т. е. естественно-географическое описание края, „было бы весьма несовершенно". Общий план исследовательской работы возглавлявшейся Палласом экспедиции был намечен раньше и, как видно из письма Георги, уточнялся в различных разделах исследования (в данном случае по Нерчинскому горному округу) по прибытии на места. Материалы получались от соответствующих местных учреждений, например, канцелярии Нерчинского горного начальства (правления), Шилкинской заводской конторы и проч., производились непосредственные наблюдения, изучения, распросы (Георги на рудниках и плавильных заводах), собирались вещественные материалы (образцы руд и проч.). В области естественно-научной круг вопросов, интересовавших знаменитых натуралистов, был довольно широк. Интересовались они и бытом населения посещаемых местностей. Но в условиях феодально-крепостнического государства они не могли осветить всю беспросветную тяжесть положения приписанных к заводам крестьян и горных рабочих — дальних предшественников современных горняков Сибири.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Вопросные пункты от аптекаря Георгия.

На оные Шилкинской заводской конторой объяснения:

1-е. Когда в каждом руднике действовать начато?

Обретены Шилкинской рудник в 1765, Лургиканский и Бакачинской в 1765 г. Чалбучинский в 1771 году.

2-е. Какой глубины каждый рудник?

Глубиною в рудниках работы состоят: Шилкинской в $14\frac{1}{2}$, Лургиканский $18\frac{1}{2}$, Бакачинский в $7\frac{1}{4}$ саженях.

3-е. Какие руды получаются от каждого рудника, от которых по большей части получаются, сколько пуд. от каждого рудника получено каждой выплавленной руды с начала по сне время?

Руды получаются из рудников: Шилкинского—видом блеклосвинцовые и темноблеклосвинцовые с частью мелкого красина и белоголубоватой, також черной мелкой материи, и при оных имеет часть серы, коих сначала достано 429 638 пуд., большею же частью добывается темноблеклосвинцовая, также и мелкая черная с малою частью видимого в ней глянца. Лургиканского получается одного вида красная материя и оаан же разделяется мелкая и малошорфами темноглянцевой, содержащая тоже свинца и серебра, коей сначала достано 313 820 пуд. Чалбучинского получается таковая ж материя, как и Лургиканской, коей сначала добыто 44 554 пуда. Бакачинского—состоящая в камне с просеканием блеклосвинца в добыче оной 26 383 пуда, всего при всех рудниках сначала от обретения по настоящее время в добыче 814 395 пуд.

4-е. По скольку работников в каждом руднике?

Работников ныне находится при Шилкинском прииске 82, Лургиканском 23, Бакачинском 6, Чалбучинском 14, а всего 131 человек, а прежде сего находилось более или менее неравное число, также и впредь происходить будет.

5-е. Не имеется ли рудников, которых работа более не производится?

Рудников серебра и свинца содержащих, но не работая, открытых не имеется.

6-е. В каком образе в каждом руднике находятся руды его: дернах или в другом образе и в каком по компасу положении находятся, какой оные толщины, продолжаются ли в глубину или нет, или находятся гнездами?

В ядешиях рудниках руды простираются гнездами редко большими, а всегда мелкими, а простирание свое имеют от полдня в север, заходствуя частью восток и запад, а продолжение их открывается хорошим количеством мало, а напоследок своим простиранием оказывая то вглубь, то вверх, как то ей крепкого свойства камень дозволяет.

7-е. Какие же каменья, в которых руда находится, галге, стеин или другие камни?

Прописанных всех рудников во внутренности работ видимый камень Шилкинском и Бакачиском состоит крепкого свойства, который и вы оприметить изволили и в прочих двух Лургиканском и Чалбучинском разборной слоеватой, крепкой и мелкой по его по видимым по открытым работам находится больше нежели руд.

8-е. В приискании руд не примечали ли других минерал, как квасцы, каменный уголь и проч.?	При рудниках квасцов и каменного угля не опримечено кроме имеющихся при Шилкинском руднике частью ниса и серы и малой части слюды, а Бакачинском одного ниса и слюды.
9-е. Разделяют ли в заводе руды трудные и легкие для плавки (и которые трудные и легкие для плавки) и которые тяжелые и которые легкие при плавке все вместе без вреду? 10-е Сколько золотников получается от пуда смешанной руды когда мешают тяжелые и легкие? 11-е. Какой способ здесь в употреблении к плавке для трудных и легких и какая пропорция бывает от смешанных руд с углем? 12-е. Какие форшлаги бывают в откуда получаются, в какой пропорция бывает смешение для шихалы? 13-е. Что из выплавки оных получается, как стеин, блекстеин или другие какие и что в оных находится. 14-е. Сколько от руд остается шлака.	Руды тяжелые и легкие при добыче посортно разделяют и из коих и в плавку на плавильных печах употребляются с преуменьшением и труднятся, кои имеют в себе нис, серу для общего получения металла руды, т. е. Шилкинской, когда бывает в Бакачинской руде и Лургиканская и Чалбучинская по разному количеству. А в шихалах мешается всех руд по 200 пудов, ив шихов же получается свинца небольшая пропорция—10 пудов и менее, а со временем и 12 пудов. Свинец же в каждом пуде содержит серебра от 30, 20, 40 волотников. Из выплавки и выходит чистой и нечистой шлак и мало чугуна, иа которого нечистой шлак тако на чугун, да часом и чистого для летучего в печах разделения употребляется в проплавку с другими; а достальной чистой шлак, недовольно имеющего в себе содержания свинца, а в них только известь оставляется; а всего то шлака получается с двухсотпудной шихалы от 100 до 140 пуд., выход же шлаку равный быть не может по причине переменных слоев.
15-е. Откуда получаются каменья для делания печей и глина, которая в огне имеет крепость?	Камень для починки плавильных печей доставляется от завода в 10 верстах. А глина: близ плавильной фабрики в самом заводе от земли.
16-е. Через сколько дней в действии печь и в каком количестве бывает одна плавка?	Плавильные печи, обращающиеся в вешнее время в действии, пробыть могут 20, 50 дней, а руда проплавляется на каждой печи в каждые сутки, т. е. в день и ночь от 110, 80, 200 пудов.
Також де прошу контору пожаловать мне для Императорской Академия Наук некоторые хорошие штуфы.	При сем же прилагаются вам здешних рудников получаемые, в них находимые куриозные штуфы, выбранные вами всего 30 сортов с надписанными на оных ярлыками, а сверх всего выше писанного объяснения, как вы при осмотре заводского и горного действия сами быть изволили, то более передается на ваше собственное рассуждение. У подлинного объяснения подписано так: берггешворен Петр Цвиленев, шихтмейстер Иван Корников, по канцелярии Степан Кулемин.

Октябрь в 1772 год под № 997.

F. A. KUDRJAVZEV

AUS DER GESCHICHTE DER ERFORSCHUNG TRANSBAIKALIENS

(Materialien über die Expedition der Akad. Pallas und Georgi)

Bei der Durchsicht der Materialien des Nertschinsk-Bergamtes, die sich in der Tschitaer Abteilung des Ostsibirischen Gauarchivs befinden, wurden vom Verfasser einige interessante Dokumente aufgefunden. Sie beziehen sich auf den Aufenthalt in Ostsibirien der berühmten Naturforscher des XVIII. Jahrhunderts, der Mitglieder der Petersburger Akademie der Wissenschaften Peter Simon Pallas und Johann Gottlieb Georgi, die an der grossen Akademieexpedition in den Jahren 1768—1773 teilnahmen.

Es handelt sich um folgende Dokumente, die in dem vorliegenden Aufsatz erstmalig veröffentlicht werden:

1) ein Brief von Pallas an das Nertschinsk-Bergamt mit der Bitte ihm verschiedene Angaben über die Fundstätten nützlicher Mineralien im Nertschinsker Bezirk mitzuteilen; 2) ein Fragebogen Georgis über die Mineralreichtümer im Nertschinsker Bezirk, über die Aufbereitungsmethoden, die in den Erzgruben angewendet werden, über die Zahl, den Gesundheitszustand der Arbeiterschaft usw.; 3) die Antworten eines der Werke (des von Schilka) auf diesen Fragebogen; 4) ein Brief von Pallas an den Vorsteher des Bergwerkes von Nertschinsk, Generalmajor Suvorov.

Die wiedergegebenen Dokumente charakterisieren einige der Untersuchungsmethoden der genannten Gelehrten bei der Erforschung der „unterirdischen Reichtümer der Natur“ Sibiriens und sind von Bedeutung für Geschichte des Bergbaues in Transbaikalien.

РЕЦЕНЗИИ

F. Enriques e **G.** Santillana. **Storia** del **pensiero scientifico**. Vol. I. Il mondo antico Ed. Treves. Milano — Roma. 1932.

Большой, хорошо изданный том, почти в семьсот страниц, посвящается целиком античной науке. Охватывает он почти целое тысячелетие истории науки: от первых ионийских физиков до последних представителей античного знания (V в. н. э.).

Авторы подчеркивают во введении: новейшая физика выдвинула и заострила целый ряд философских вопросов — о материи, пространстве, движении. И нашей современности приходится часто оглядываться на прошлое: на классические теории греческой древности. Между тем, школьные философы часто обнаруживают поразительное непонимание духа науки (rimanga estraneo alio spirito della scienza). Поэтому авторы и ставят своей задачей дать общий очерк развития древней научной мысли, в связи с основными понятиями тогдашней философии.

Конечно, такая большая задача не может быть выполнена отдельными исследователями. Приходится использовать итоги чужих работ.

Метод исследования уже намечен выдающимися историками науки (Tannery, Zeuthen, Sciaparelli). Это прежде всего — использование первоисточников древнего знания, уяснение их научного смысла...

В этой заметке мы и поставим себе двойную задачу — постараться установить: во-первых, в какой мере использовали наши авторы первоисточники древней науки; во-вторых, достаточно ли они учли новейшие исследовательские работы в нашей области.

В кратком отзыве мы можем коснуться только некоторых тем, затронутых итальянскими учеными. Выделим одну из них, наиболее существенную: историю древней ф и з и ч е с к о й мысли — в связи с тогдашней философией.

Первая книга разбираемой работы носит заголовок „О природе вещей". Здесь находим особую главу — о первых ионийских физиках. И прежде всего наши авторы дают любопытную справку о тех астрономических данных, которые были в распоряжении Фалеса Милетского. Эта справка (взятая у G. Smith'a) показывает, каким образом милетский ученый мог предсказать знаменитое затмение 28 мая 585 года.

Точно также и в дальнейшем, переходя к физическим догадкам древнего ученого наши исследователи считают нужным отметить их опытную основу. Приводится несколько данных о мировой влаге Фалеса.

К сожалению, этими краткими заметками дело и ограничивается. Наши авторы явно торопятся перейти к таким понятиям, как „изначало", „бесконечное" и т. д. Исследование древних з н а н и й сменяется обычным изложением древних м н е н и й. Поминаются старые, давно известные авторитеты истории философии (Zeller, Burnet). К ним присоединяется только один историк науки — весьма почтенный, но также не новый (Tannery).

Правда, в библиографии приводятся и другие авторы, отошедшие от философских шаблонов (Heidel, Gilbert). Но их влияние почти не чувствуется. Между тем, в своих „Метеорологических теориях греческой древности", тот же Гильберт показал подробно: древнейшая физика перерабатывала вековые достижения обыденного опыта. Так было создано знаменитое учение о четырех стихиях: это — земля, вода, воздух и огонь.

Вопреки обычным утверждениям историков философии, все четыре стихии одинаково известны всем эллинским ученым, начиная от Фалеев. Образец;

„Слушатель Анаксимандра, Анаксимен, выдвинул бесконечный воздух. А из него рождаются конечные вещи: земля, вода, огонь. А из них все остальное". (Cic. Acad. 2, 37, 118).

Учение о четырех стихиях — общий фонд всей ионийской физики — совершенно непонято историками философии. Они связывают его с именем позднейшего эллинского физика Эмпедокла. Также поступают и наши авторы. А в итоге древняя физическая мысль лишается своей единой основы. Ее опытный стержень совершенно заслоняется пестрой мозаикой отдельных мнений. И совершенно затушевывается существенная истина: древний материализм возник в теснейшем союзе с научным опытом.

От ионийской школы переходим к пифагорейской. Итальянские ученые сами подчеркивают: пифагорейская школа насквозь проникнута совершенно иным духом. Она имеет сильнейшую религиозную окраску и тесно связана с орфизмом. Отмечая пифагорейский культ числа, авторы не разделяют обычных восторгов историков философии. Они правильно указывают: рационализм теснейше связан с вековыми навыками первобытного мышления.

Тем не менее, мы слышим обычные рассуждения о „математике" древнейших пифагорейцев. Пифагорейская „монада" была будто бы плодотворным зерном, из которого вырос атомизм Демокрита и т. п.

Еще в 1923 г. немецкий ученый Франк (E. Frank) показал: Пифагора и его учеников никоим образом нельзя смешивать с „так называемыми" пифагорейцами. Древнейший пифагорейский союз был, вероятно, совершенно непричастен живому математическому исследованию.

Работы Франка не чужды недостатков: автор любит парадоксы и грешит свирепой модернизацией. Но это не умаляет сделанного им почина. И вряд ли можно сомневаться: не материалист Демокрит был данником пифагорейцев, а как раз наоборот — именно позднейшие пифагорейцы пытались „обработать" научные достижения великого материалиста. Все это совершенно не учитывается нашими авторами. Работа Франка, вызвавшая оживленный обмен мнений, не упоминается даже в библиографии.

Да и философский подход наших исследователей оставляет желать многого: они оказываются совершенно бессильны поставить вопрос о происхождении идеализма. Их изложение только заслоняет немаловажную истину: философский идеализм возник в школе, не имеющей никакого отношения к положительному знанию...

Наши авторы справедливо указывают: атомизм — величайшее достижение древней научной мысли. Родоначальникам атомизма посвящается целых две главы. И уже их заголовки очень поучительны: „Атомистическая теория Левкиппа и Демокрита", „Рационализм Демокрита". Авторы явно стараются отмежеваться от философских шаблонов и оценить научную мысль абдерита во всем ее многообразии. Они настойчиво подчеркивают материалистическую линию Демокрита, его борьбу с телеологией. И наряду с этим они указывают: была у него и другая линия — религиозно-метафизическая. Именно с ней тесно связан демокритовский рационализм.

Все это совершенно справедливо. Другой вопрос: удалось ли нашим авторам овладеть источниками и справиться со столь трудной задачей?

Уже в 1907 г. датский историк науки Гейберг обнародовал новую рукопись Архимеда. Здесь находим такие строки:

„Евдокс первый нашел доказательство о конусе и пирамиде: что конус треть цилиндра, а пирамида — треть призмы, имеющей то же основание и высоту. И надо считать немалой заслугу Демокрита, впервые выдвинувшего догадки о тех же фигурах — без доказательства".

Неожиданный голос прошлого — и его услышала исследовательская мысль. Мы имеем уже целый ряд работ о Демокрите как о математике (Heath, Philippson, Лурье). Ославленный материалист оказался одним из крупнейших деятелей точного знания. Важный вопрос — о живой неразрывной связи древнего материализма с античным знанием — стучится в дверь науки. Но именно об этом ничего не хотят сообщить наши авторы своим читателям.

Далее. Отмечая рационалистический уклон Демокрита, они дают ему очень своеобразную оценку. Подчеркивается Демокритовское положение: „Понятия — мерила исследования" (ζητέσεως κριτήριον τὴν ἔννοιαν — Diot. ap. Sext. 7, 140). И в этом положении усматривается предпосылка „рациональной" науки! Эту основную предпосылку будто бы и обосновывал Демокрит своим учением об „отобразах".

Совершенно забывается: Демокрит резко противопоставляет свои „понятия" — чувственному опыту. Его теория не просто рациональная: она насквозь рационалистическая. Наши авторы безнадежно смешивают эти совершенно различные вещи. А в итоге — яркое материалистическое учение об отображении привлекается на службу чисто идеалистическому учению о сверхчувственных понятиях.

Несколько слов о завершителе древнего атомизма, Эпикуре. Авторы посвящают ему несколько страниц в главе „Эллинистическая философия в связи с наукой". Тема необычная у историков философии. И наши историки науки соглашаются признать Эпикур с чрезвычайной ясностью поставил жгучий вопрос — о философской ценности научной картины мира, свободной от телеологии.

Однако очень показательно: сад Эпикура включается в рубрику: „Этико-религиозные школы". Мы слышим старое обвинение: Эпикур пренебрегал, будто бы, бескорыстным научным исследованием.

Как это доказывается? У Лаерта Диогена есть отрывок: „беги, мой блаженный всякого воспитания (παιδείαν πᾶσαν) на всех парусах". Наши авторы переводят это так: „беги от науки" (fuggi la scienza). Между тем, беспристрастные исследователи (например, Bailey) уже указывали: Эпикур имеет в виду модное светское воспитание. Я добавил бы к этому: отрывок сообщается нам среди тех, которые древний историк приводит от имени „безумствующих" врагов Эпикура. Отрывок — недостоверный.

Другое очередное обвинение: Эпикур чуждался математики. В отличие от Демокрита у него нет математического ума (l'intelletto matematico). Раскроем общеизвестное письмо к Геродоту. Здесь читаем:

„Надо принять наименьшие и чистые пределы величин, которые из этих первоначал дают меру остальным, и бо̀льшим и меньшим: у вещей невидимых это постигается умственным созерцанием. Ибо общность, имеющаяся у них с вещами изменчивыми, достаточна для такого заключения. Но, конечно, скопления из таких долей атома, вступивших в движение, возникнуть не могут".

Историки философии не обращают внимания на эти замечательные строки. Но мимо них не может пройти историк науки. Эпикур пересматривает математический атомизм Демокрита, его учение о „наименьших частях" атома.

Он вносит сюда две весьма существенные поправки. Во-первых, он отказывается от демокритовских сверхчувственных понятий; он строит понятие „наименьшего" по сходству с вещами наблюдаемыми. Во-вторых, в отличие от Демокрита, он четко различает математическое понятие „наименьшей величины" от движущейся физической частицы. И можно было бы доказать: именно здесь Эпикур оказывается самобытнейшим мыслителем. Он освобождает математический атомизм от неясностей и противоречий, которые не мог преодолеть Демокрит.[1]

Наконец, последнее обвинение: мнимое пренебрежение Эпикура к физической теории. Но здесь достаточно сослаться на работу Бейли: „Греческие атомисты и Эпикур" (1928). Здесь доказывается подробно: логика Эпикура представляет чрезвычайно продуманную и последовательную теорию знания. Точно так же и физика нашего философа обнаруживает большую самобытность теоретической мысли: Эпикур исправляет Демокрита в целом ряде существенных областей (учение о свойствах атомов, о вторичных качествах, о природе души). Наконец, нравственное учение Эпикура с чрезвычайной четкостью разрабатывает коренное понятие „наслаждения" с такой последовательностью, которая совершенно чужда Демокриту.

---

[1] К сожалению, именно эту сторону дела упустил С. Я. Лурье в своей обстоятельной работе „Теория бесконечно-малых у древних атомистов".

Монографию Бейли поминают и наши авторы в очередной библиографии. Но, как и в других случаях, дело ограничивается библиографией. В изложении нельзя уловить никакого, даже косвенного, воздействия этой замечательной работы.

И не трудно догадаться, что мешает итальянским ученым подойти к делу беспристрастно. Уже в введении находим выразительное сопоставление: „прагматисты и материалисты" (стр. 4). Почтенные исследователи разделяют школьные предрассудки о материалистической философии. Они сближают ее с худшим врагом: с модным прагматизмом, отрицающим ценность научной теории.

Между тем, они могли бы кое-что узнать об этом у оставленных древних материалистов, хотя бы у того же Эпикура.

Последовательный материалист, Эпикур резко подчеркивал практическую ценность знания. Но в то же время он хорошо понимал: урезывая научную теорию, мы неминуемо придем к разрыву мысли и действительности. Неурезанная теория — необходимая опора самой практики.

Итальянские ученые обнаруживают настойчивое стремление: через мертвое поле школьной легенды пробиться к многогранной жизни эллинской науки. И это можно только приветствовать. К сожалению, намерение и выполнение не вполне совпадают. Первоисточники древней науки и философии не всегда изучаются с должным вниманием; мало используются или вовсе упускаются новейшие исследования, наиболее свежие и действенные. Ясность философских предпосылок также оставляет желать многого.

История древней науки — не молодая наука. Но как самостоятельная, осознавшая себя область знания — она только еще рождается. И обсуждаемая работа всесторонне свидетельствует, как мучительны эти роды на прокрустовом ложе школьной философии.

И. Боричевский

P. Humbert. Pierre Duhem. Les maîtres d'une génération; Librairie Blond et Gay. Год не указан.

Книга посвящена небезызвестному французскому физику-философу. В пяти главах Дюгем рассматривается всесторонне как человек, физик, философ, историк, преподаватель.

Обрисовывая Дюгема как человека, автор дает нам идеальный образ: даровитейший исследователь, пламенный искатель истины враг школьных шаблонов, и т. д.

При этом сообщаются следующие подробности. В молодые годы, Дюгем получил солидное религиозное образование: он окончил католическую гимназию. И впоследствии он всегда хранил „неповрежденной" католическую веру. После некоторых скитаний, он получил кафедру физики в Бордо. Здесь он стал известен как решительный противник „модных" научных теорий: даже на экзаменах он высмеивал учение о происхождении миров и развитии видов.

Мы слышим: перед смертью Дюгем собирался прочесть особый курс — о войне и науке. Здесь он хотел доказать: нынешняя наука насквозь проникнута утилитаризмом. За это она покинута богом и обратилась против человека. Война — наказание божие за грехи науки.

Примем к сведению все эти любопытные данные. Оставим Дюгема — физика и философа. По признанию своего биографа, он выше всего как историк науки.

Главное творение Дюгема — многотомная работа „Система мира". Четыре тома вышло при жизни ученого; три остальные — после его смерти (1911—1913—1919). Наш автор не находит достаточно громких похвал для этого огромного труда. Дюгем провозглашается классиком науки, настоящим Дарвином истории знания.

Как указывает наш биограф, в своей „Системе мира" Дюгем прослеживает подробно зарождение и борьбу двух основных астрономических теорий древности. Первая из них — гомоцентрическая теория неизменных „сфер" — оказалась несостоятельной перед лицом новых наблюдений: расстояния светил от земли оказались изменчивыми. Она должна была уступить место более сложной теории эпициклов.

Почти одновременно с нею была выдвинута и самая смелая теория — гелиоцентрическая (Гераклид Понтийский, Аристарх Самосский). Но на первых порах эта замечательная теория оказалась бессильной объяснить видимые движения солнца, луны и планет. И она захирела, как слишком

ранний цветок. Предтечи Коперника были отвергнуты суровой историей.

Биограф Дюгема справедливо подчеркивает: французский ученый проделал здесь большую работу. Но справедливость требует прибавить: эта картина была нам известна и до Дюгема. Она уже установлена его предтечами (Tannery, Sciaparelli).

Заслуга автора „Системы" — в новых подробностях. И эти подробности иногда возбуждают большие сомнения.

Очень поучителен уже заголовок работы: „История космогонических учений от Платона до Коперника". Дюгем строит историю астрономии от Платона.

Древнейшие эллинские физики-материалисты, от Анаксимандра до Анаксагора, затрагиваются только мимоходом. Демокриту посвящаются две странички, Эпикур почти не упоминается.

Зато целая сотня страниц отводится платоновскому „Тимею". И еще больше — Аристотелю и его толкователям Дюгем берет у Платона общее место тогда шней философской литературы: наука должн „сохранять" явления. Отсюда делается такой вывод: Платон первый определил „наиболее точным образом тот метод, который господствовал в астрономии вплоть до Кеплера" Мы слышим это о философе, который откровенно говорил в том же „Тимее": частные вопросы астрономии и метеорологии его очень мало занимают. Ими стоит заниматься разве только для развлечения (ἀπολύσεως ἥνεκα).

Больше внимания уделял научным данным Аристотель. Но давно уже указывалось беспристрастными исследователями: по существу, ученик Платона обращается с тогдашними наблюдениями так же свободно, как и его учитель. Астровомическая наука занимает его лишь в той мере, в какой она нужна ему для его телеологической метафизики.

И очень назидательно: разбирая платоновы учения, Дюгем нигде не противопоставляет друг другу тогдашние астрономические догадки и платоновскую мистику. Все излагается в одном плане: и первые учения о планетах и „мировая душа" Тимея.

В таком же духе излагается и Аристотель. И здесь не делается почти никакой попытки отделить тогдашние физические учения, заимствованные Аристотелем, от его богословских теорий. И те и другие рассматриваются как совершенно равноценные.

Нетрудно догадаться, где искать корни этого своеобразного метода. Удовольствуемся одною ссылкою:

„Приготовленная изучением вечных сущностей, истинная астронония становится, в некоторой степени, причастною божественному разуму (голосу): он возносится до мысли, дающей ему откровение наивысшей) астрономии — астрономии богословской" (I, 101). Дюгем говорит это от имени Платона и Аристотеля. Но он излагает это с особенным ударением. Таково личное убеждение католического ученого.

Перейдем теперь к последующим томам, посвященным средневековой науке. И здесь та же двойственная картина.

Дюгем показывает: уже Скот Эригена (IX в.) был знаком с античною астрономиею. Основные учения античности — гомоцентрическая теория, учение об эпициклах — сделались достоянием средневековых авторов и продолжали усиленно обсуждаться. И одновременно накоплялся большой запас новых наблюдений, новых догадок. В итоге автор „Системы" приходит к тому же выводу, который нам уже известен из его работ по истории механики: так называемое „возрождение" наук не было исторической неожиданностью. Оно было подготовлено долгой научной работой. Средневековье не было сплошной ночью науки...

Это справедливо. Но и здесь наш биограф чрезмерно преувеличивает роль французского ученого. Значение средневековой науки — особенно таких научных центров, как Париж XII в. — было выдвинуто уже на рубеже нашего века (Roshdall, 1895, и др.). Дюгем и здесь обогащает вас только новыми подробностями. И опять-таки, иногда они оказываются очень сомнительными.

В главе „Начинание у варваров" Дюгем дает краткий обзор книги Исидора Севильского „О природе" (VII в.). Этот христианский монах один из первых обнаруживает некоторый интерес к светской науке. Его научный багаж весьма невелик и целиком получен из третьих рук. Большею частью он просто заимствован у отцов церкви.

Какой же вывод делает Дюгем из своего обзора?

„Из века в век творчество христианских ученых будет утверждать все более и более ясно автономию физической науки, отличной от теологии"... (III II).

Эти слова звучат прямо иронией, если их применить к тому же „христианскому ученому". Ему и в голову никогда не могла притти такая грешная мысль...

Дюгем посвящает очередную сотню страниц крупнейшему авторитету средневековья. И даже такой благосклонный критик как Дюгем не может найти у Фомы Аквинского ни одной новой научной мысли; одну только беспомощную попытку — подчинить разноречивые потоки метафизики католической догме. Автор „Системы" сам сравнивает прославленного Doctor communis с ребенком, пытающимся сблизить разорванные куски карт (V, 569). В этой пестрой мозаике есть все, что угодно; полностью отсутствует только одно: „автономная физическая наука".

Это нисколько не мешает тому же Дюгему прославлять союз религии с наукою во времена средневековья. „Союз" тюремщика с вечным заключенным!

Не затрудняется этим и его биограф. Автор „Системы" провозглашается образцом беспристрастия. Именно благодаря своей непредвзятости, он имеет полное право, „в глубине своего христианского сердца", радоваться своим достижениям: он уничтожил все „легенды", которые современная история науки выдвигает против религиозной метафизики и католической церкви (Humbert, pp. 103 sq.)

Общая картина ясна. Сделаем некоторые выводы.

Никто не оспаривает заслуг Дюгема как источниковеда. Поскольку он обогатил нашу науку новыми материалами — она воздаст ему должное.

Совершенно иное приходится сказать о Дюгеме как м е т о д о л о г е исторического знания. Его научный метод — шаг назад даже по сравнению с ходячими приемами и с т о р и ч е с к о г о э м п и р и з м а. Это — систематическая подмена научной теории религиозною метафизикой, исторического исследования — церковною апологетикою.

И наш биограф сам прекрасно подчеркивает, кому нужен этот метод. Его приветствует нынешняя „мощно расширившаяся" организация католических профессоров (Humbert, стр. 135).

Остается только добавить: книга издана в серии „Вожди одного поколения". Серия посвящается людям, чьим духом проникнута „католическая мысль современности".

И. Боричевский

Louis Delaunay. Un grand français. Monge, fondateur de l'École polytechnique. Paris, édition Roger, 1933. 276 стр.

Основатель политехнической школы, создатель начертательной геометрии, величайший из геометров эпохи Великой французской революции, министр первого революционного правительства Франции, выдающийся физик и химик, организатор военной промышленности, вооружившей армию французской революции, дипломат и государственный деятель, по истине великий француз—Гаспар Монж до последнего времени не был удостоен должного внимания потомков. Его жизнь была описана несколькими его учениками (Бриссон, Дюпен, Жомар, Араго), но все эти жизнеописания носят характер „похвального слова", как выражались у нас в старину, или „éloge", как говорят и доныне во Франции. Они основаны исключительно на личных воспоминаниях; более того, они продиктованы стремлением исказить истинный образ великого геометра-якобинца.

Эти биографии писались в то время, когда буржуазия отреклась от якобинского террора, когда она боролась с попытками воскресить диктатуру санкюлотов. В это время утвердилась теория, придуманная в целях самозащиты от термидорианской реакции Лазарем Карно, теория, дававшая возможность исключить из числа „злодеев" таких людей, как Карно, Приера, Монжа и других. Теория эта состояла в том, что деятелей революции нужно разделить на две группы; одни—„политики"—ввергали Францию в ужасы террора, удовлетворяя свои низменные чувства; другие—„специалисты"—вынуждены были принимать участие в государственной деятельности из соображений патриотизма.

Монж в изображении своих первых биографов представлялся именно таким невольным соучастником революции. Но, хотя

при тенденциозном подборе фактов и игнорировании документального материала, задача „обеления" Монжа значительно облегчалась, все же натяжки были очень заметны. Уже одно то старание, с которым эти биографы опровергали мнение о революционных симпатиях Монжа, должно было внушать непредубежденному читателю мысль о том, что здесь не все так благополучно. Однако, за более чем сто лет, протекшие со смерти Монжа, ни один автор не задавался целью осветить жизнь великого геометра, опираясь на документальный материал. Лишь в 1933 году появилась книга Луи Делоне, с которой я и хочу познакомить читателей „Архива".

Автор этой книги использовал огромный документальный материал, в значительной части никогда до сих пор не опубликованный. Из напечатанных документов он часто ссылается на Оларовские собрания актов Комитета общественного спасения и протоколов якобинского общества, на мемуары современников (г-жи Ролан, Паша, Бурьена и др.) и на исторические работы, посвященные отдельным вопросам (истории Политехнической школы, истории египетского похода Наполеона и т. д.). Из неопубликованных документов, используемых автором, назовем документы архивов военного и морского министерства, архива мезиерской школы, национального архива и т. д., откуда автором и извлечены служебные распоряжения самого Монжа, а также иные документы, касающиеся его деятельности. Но особенно много документального материала автор черпает из личного архива Монжа, сохраняемого его потомками. Правда, Монж уничтожил перед занятием Парижа союзными войсками часть переписки, которая могла его наиболее скомпрометировать, так что сохранилась преимущественно корреспонденция личного характера, но и она представляет очень большой интерес. Так, письма Монжа к жене из Италии дают очень яркую картину политических настроений Монжа.

Весь этот богатый материал проходит перед глазами читателя книги Делоне. Нужно отдать справедливость автору, что он подошел к своей задаче с исключительной добросовестностью. И нельзя не согласиться с ним, когда он в предисловии заявляет: „Мне мало симпатичны те историки столь сложного и спорного периода, каким является данный, которые постоянно требуют от меня, чтобы я им верил на слово. Я думаю, что не один я предпочитаю, когда речь идет о неизданных документах, чтобы мне позволено было проверять и судить самому". Эту возможность Делоне, действительно, предоставляет читателю. Вот почему мы имеем возможность составить себе правильное представление о Монже и его эпохе, несмотря на то, что точки зрения автора для нас совершенно неприемлемы.

Делоне ненавидит революцию. Он осуждает революцию. Он осуждает революционеров даже буржуазных, даже умеренных; он защищает старый порядок, он оправдывает монархию, низвергнутую Великой революцией. Он негодует против якобинского террора и замалчивает белый террор. Естественно, что та картина, которую рисует Делоне, искажает обстановку жизни Монжа и, значит, не позволяет правильно понять его деятельность. Но, повторяем, документы, приводимые Делоне, говорят за себя сами, и, опираясь на них, не трудно увидеть несостоятельность исторической картины, даваемой Делоне.

Эта историческая картина продиктована политической тенденцией. Нападая на якобинскую диктатуру, Делоне прозрачно намекает на диктатуру пролетариата. Да и не только намекает, а порой и прямо проводит параллели. Несколько примеров будут не лишними.

Вот Делоне рисует нам начало политической карьеры Монжа — его вступление в должность министра. Монж не сразу определил свои политические позиции. Он был связан по прошлой своей деятельности с жирондистами; их позиция, однако, явно не удовлетворяла его, и он стал склоняться к монтаньярам. Это без труда можно показать на том материале, который дает сам автор. Однако последний выдвигает на первый план не политические мотивы, а... личную доброту Монжа. „Министр Монж имел несчастье, невзирая на эпоху, быть слишком добрым, добрым до мягкости. Имея крайние мнения, он обладал сердцем умеренного" (стр. 77), и дальше автор говорит: „В соответствии с этим он, как мы

сейчас увидим, ведет переговоры с советами матросов (avec les soviets des matelots) или бунтующих рабочих и отдает, под давлением народного возбуждения, противоречивые распоряжения.

А вот другой пример. Делоне говорит о возникновении Политехнической школы, с которой так тесно связано имя Монжа. Этому предпосылается (стр. 127) схематическая периодизация революционной эпохи. Она делится на три периода: „первый, когда революция пыталась улучшить старый режим; второй, когда она ограничивалась разрушением всего, что существовало, чтобы на место этого поставить громкие слова; третий, когда она пыталась восстанавливать". Конечно, второй период — это период якобинской диктатуры, в которой автор не видит ничего кроме страсти к разрушению ради разрушения и к громким словам ради удовлетворения тщеславия вождей революции. Эта оценка является не только результатом непонимания движущих сил буржуазной революции; она связана и с отношением к революции пролетарской, в которой он не видит ничего, кроме разрушения. И разве не удивительно, что в книге, вышедшей в первый год второй пятилетки, мы читаем, несколькими строками ниже, такие слова: „уже ничего больше не чинили, ни зданий, ни дорог. Франция приняла тот вид, который являет в наши дни большевистская Россия".

Еще один пример, очень пикантный. Речь идет о доносе на Монжа в эпоху термидорианской реакции. „Швейцары играли во время революции роль шпионов, которую они сохранили до сих пор в России. Швейцар Монжа донес на него, обвинивши его в том, что он является сторонником аграрного закона, геберистом, бабувистом, иначе говоря, коммунистом" (стр. 135).

Сказанного достаточно, чтобы было ясно, что работа Делоне не может дать нам правильной картины эпохи. Автор хочет поставить в связь жизнь Монжа с жизнью Франции, но мы можем использовать только чисто хронологическую сторону этой связи. В остальном мы получаем весьма превратную картину. Что, напр., можно узнать о революционной обороне, если мы будем исходить из утверждения Делоне (стр. 85), что „революционные агенты, посылаемые на фронт с пропагандистскими целями, вносили беспорядок в армию и беспокойство в умы генералов"?

Справедливость требует отметить, что Делоне не склонен отрицать революционные взгляды Монжа. Да это, как я выше сказал, и невозможно отрицать, если не игнорировать документов. „Речь идет здесь не о том, чтобы утверждать, как это делали другие, хотевшие защитить Монжа, что Монж не разделял идей Паша или Дантона, если даже не Робеспьера. Речь идет только о том, чтобы искать истину".

Трудно найти истину, когда стоишь на ложном пути. И книга Делоне не дает ответа на основной вопрос, который не может не возникнуть у нынешнего читателя: как объяснить политическую эволюцию Монжа? Субъективно стремясь к отысканию истины, автор показывает на документальном материале и дореволюционные связи Монжа в аристократических сферах, и его революционную деятельность, несомненно проникнутую республиканскими и демократическими побуждениями, и его знакомство с Бонапартом, и карьеру наполеоновского вельможи. Но чем обусловливалась эта смена позиций, имеем ли мы дело с голым карьеризмом или с действительным изменением убеждений и, если последнее, то чем оно обусловливалось,—на эти вопросы мы не найдем у Делоне никаких ответов, кроме ссылок на доброту Монжа и его личные симпатии.

А между тем, богатый материал, собранный в книге Делоне, при наличии правильного его освещения, мог бы показать, что эволюция Монжа вызвана не случайными обстоятельствами. Революционный пыл Монжа не был обусловлен карьеризмом (хотя Монж и не был человеком, чуждым корысти); он не был также вызван субъективными иллюзиями: Монж вступил в революцию не юношей — ему было в 1789 году уже сорок три года, а это уже не такой возраст, когда люди склонны к увлечениям. Нет, эволюция Монжа имела более глубокие корни. Миллионы французов проделали ее на протяжении годов конституционной монархии, республики, консульства и империи. Таким образом, ключ к пониманию эволюции Монжа лежит в понимании эпохи, а с той упрощенной схемой злодеяний революционеров и благодеяний роялистов, с которой подхо-

дит к объяснению революции наш автор, правильно понять эпоху нельзя.

Несмотря на неудовлетворенность, которую книга оставляет по прочтении, благодаря вышеотмеченным дефектам, она все-таки чрезвычайно поучительна. Увлекательность изложения и богатство самого материала ставят ее головой выше всех других работ о Монже. Поэтому она будет интересна и полезна всякому, кто интересуется Францией и французской наукой эпохи Великой революции.

М. Выгодский

H. Levy. Science in an irrational society. Watts and Co. London, 1934.

Профессор Леви выпустил в 1932 г. большую и весьма интересную книгу, посвященную анализу логической структуры научной теории: **The Universe of Science.** Рецензируемая книжка представляет собою как бы популярное продолжение этой большой работы.

Если бы брошюра Леви появилась не в Англии, а где-либо у нас, высказываемые в ней мысли, пожалуй, не привлекли бы особого к себе внимания, т. к. они являются у нас достаточно признанными и общеизвестными. Но книжка эта вышла в Англии, автор ее — профессор математики Лондонского университета — весьма известное в академических кругах лицо, и, наконец, книжка вошла в серию годичных лекций Конвеевского общества. Это и заставляет сказать о ней несколько слов.

Основной тезис, на котором базируется все построение Леви, формулируется им самим в следующих словах: „Не существует ни неосмысленного действия, ни бездейственного мышления" (3). Этот афоризм составляет лейтмотив всей лекции Леви, и из него вытекает вся дальнейшая концепция науки, развиваемая английским автором.

Ход мысли в книге сводится к следующему.

Сознательно и бессознательно принимаемая многими мыслителями точка зрения, что одних актов чистого мышления достаточно, чтобы разобраться в структуре физического мира, совершенно неверна. Знание мы всегда приобретаем лишь в результате нашей активности, и оно всегда связано с действенным отношением человека к окружающей его действительности. Но если это так, то, анализируя науку, мы не можем отвлечься от человека, ее творящего, и социального окружения, формирующего сознание этого человека. На научной теории всегда лежит печать общества, вызвавшего ее к жизни.

Чтобы дать читателю точное представление о том, как развертывается рассуждение Леви, мы процитируем (с купюрами, чтобы слишком не увеличивать размеров рецензии) ряд тезисов английского автора, резюмирующих результаты его анализа.

„1. Социальные законы, — пишет Леви,— создаются человечеством. Они характеризуют процесс, проходимый человеческим обществом, когда последнее ведет свою борьбу за существование и использует законы материальной природы для облегчения себе этой борьбы..

„2. Культурный уровень общества на любой ступени его развития, зависит от естественных ресурсов, которые используются членами этого общества, и от умения людей использовать эти ресурсы...

„3. Способ, каким общество распоряжается естественными ресурсами в целях их использования в борьбе за существование, определен главным образом степенью технологического развития всего процесса производства.

„4. Распределение собственности на средства производства... определяет в целом, кто управляет и кто управляется, кто получает заработную плату и кто — нет, кто получает долю в производстве и кто не получает. Отсюда берет начало к л а с с о в а я с т р у к т у р а общества, в все это обусловливает наличие разграничительных линий в культуре, в социальном положении и в жизненном уровне...

„5. Постоянное стремление к увеличению эффективности процесса производства, берущее начало из погони за прибылью, порождает в обществе ряд внутренних процессов (научное движение, профессиональное движение и т. д.), которые прогрессивно подчеркивают скрытый антагонизм всей системы...

„6. Рассмотрение фундаментальных изменений, имевших место в обществе в прошлом,... показывает, что на всех стадиях средства и потребности производства (прогресс

в технологии) обгоняли в конце концов возможности, предоставляемые социальной системой... В силу же того, что на всякий ступени развития правящий класс всегда поддерживался политической и законодательной системой, переход всегда включал сильные и фундаментальные изменения в структуре общества. Политическая и юридическая власть после борьбы переходила от одного класса к другому" (71—74).

Таковы, вкратце, основные теоретические принципы, провозглашаемые Леви. Эти теоретические положения применяются им к анализу современного положения науки.

Современное общество иррационально, т. к. его хозяйственный строй определяется анархическим принципом личного обогащения, принципом частной собственности. Принцип этот стоит в противоречии с общественным характером производства. Иррациональный характер общества определяет собою и иррациональные черты современной науки (формализм и схоластичность ряда научных теорий, оторванность их от жизни, идеалистические и иррационалистические построения и т. д.).

К сожалению, эта последняя (наиболее для нас интересная) сторона рассуждений Леви развита очень слабо, так как главный интерес английского автора сосредоточен на установлении чисто теоретических положений.

Из других публикаций Леви нам известно, что он знаком с марксизмом, живо им интересуется и систематически занимается его пропагандой, возглавляя целую группу английских ученых, стоящих на аналогичных с ним позициях (Берналь, Фокс, Макмюррей и др.). Рецензируемая книжка является лишь одним из документов, отражающих пропагандистскую деятельность Леви.

Хотя в книге нигде не упоминается имен представителей марксизма, хотя целый ряд марксистских формул Леви выразил в весьма „эзоповском" стиле, тем не менее, материалистические симпатии английского автора (не высказываемые им expressis verbis) обнаруживаются во всем его построении совершенно явственно. Это производит довольно оригинальное впечатление, т. к. в серии Конвеевских лекций подобные взгляды являются совершенно неожиданными.

Цель Конвеевских лекций определяется задачами „Этического общества", их учредившего. Эти же последние формулированы в уставе в следующих словах: „Целью общества является изучение и распространение этических принципов и культивирование рационального религиозного чувства". Признаемся, мы не понимаем, какое „рациональное религиозное чувство" могут возбудить рассуждения Леви. Леви, как мы уже сказали, занимается в этой лекции пропагандой некоторых положений материалистического понимания истории. Пусть Леви „смягчает" эти положения, пусть он придает им несколько выхолощенную „академизированную" форму, все же появление подобной книжки в Конвеевской серии представляет собой чистейшее недоразумение.

Во всяком случае, самый факт издания лекций Леви весьма симптоматичен и заслуживает того, чтобы его отметить, хотя мысли ее и не блещут, с нашей точки зрения, большой оригинальностью.

С. Васильев

В. Л. Кирпичев. **Беседы о механике.** Изд. 2-е, просмотренное. Техн.-теорет. издат. Москва, 1933 г.

Первое издание этой книги появилось в свет в 1907 г. Через 25 лет она вновь появляется в свет. И книга, действительно, до сих пор сохраняет интерес. И не только для теории, но и для истории механики и для истории науки в целом.

Уже в первой беседе о начале возможных перемещений мы находим особый параграф: „Несколько исторических замечаний". Автор приводит несколько данных о золотом правиле статики — у Галилея. И в дальнейшем такие исторические заметки попадаются не один раз. Кирпичев отмечает роль Декарта и Мопертюи в учении об общих законах динамики. Он посвящает больше половины главы одной из самых драматических страниц истории механики: поискам „вечного двигателя".

Но и в других главах курса — без особого подчеркивания — научное прошлое не раз вторгается в изложение. Например, обосновывая начало Даламбера, Кирпичев обновляет те соображения, которые французский математик сам приводил для обоснования своего закона. Живая страница истории привлекается не мимоходом: она помогает осветить другую сторону той же закономерности.

Точно так же и в главе о законе площадей находим две красноречивые страницы, по существу, историко-научные. Автор отмечает неправильное применение этого закона у своих предшественников. И заканчивает краткой исторической справкой: когда против этого были сделаны первые возражения.

Преодоление формализма, тяга к историзму — отличительная черта современной научной методологии. Историк науки — особенно советский историк — должен с благодарностью помянуть тех исследователей прошлого, у которых впервые начали пробуждаться эти плодотворные стремления.

Разберем несколько подробностей.

Отмечая роль Декарта в теории механики, Кирпичев указывает: при обосновании своего закона количества движения, знаменитый философ исходил, преимущественно, из идеалистически метафизических соображений. Сохранение движения в природе он рассматривал как богоустановленный закон: божество никогда не изменяет свой способ действия и сохраняет мир с тем же законом движения, с каким оно его создало.

Автор справедливо указывает: такие методы мысли были очень распространены в XVII в. Метафизические доводы пользовались большим весом. К сожалению, этот пример — единственный. Других образчиков для той же эпохи мы в книге не находим.

Между тем, историческую роль этих навыков мысли нельзя недооценивать. В свое время они очень влияли и на самое содержание научных истин. Можно было бы показать: даже краеугольные понятия механики — инерция, ускорение, сила — не избежали общей участи. Они, что называется, брались с бою: материалистическая стихия науки овладевала ими медленно и постепенно.

Эта сложная картина уже отчасти вошла в поле зрения новейшей, истории науки, особенно французской (Meyerson, Brunschvieg, Jouget). Но философские предпосылки западноевропейских исследователей часто становятся им поперек дороги: они мешают им понять материалистический стержень научного движения...

Другой пример: теория механики XVIII в. С обычным своим чутьем истории Кирпичев выделяет ее любопытнейшую страницу: борьбу за начало наименьшего действия. Автор „Бесед" отмечает выступления Мопертюи. И здесь правильно указывается: подобно Декарту, Мопертюи придавал особое значение телеологическим соображениям. В природе всякое действие достигается простейшим путем, ибо наш мир — лучший из возможных...

В настоящее время эта яркая страница истории механики вновь пересмотрена целым рядом исследователей. Установка Мопертюи оказалась более сложной, чем мы думали: он уже ощущал недостаточность метафизических доводов, и тщетно пытался найти им внутреннюю опору в научном опыте (Brunet, 1929).

Рядом с Мопертюи теперь выдвигается и его сподвижник, не упомянутый Кирпичевым: член нашей Академии, Эйлер. И он уже чувствовал сложность вопроса. В математической разработке того же начала Эйлер уже предвосхищает его позднейшую расширенную формулу. Но в философском плане он все еще склоняется к Мопертюи (Kneser, 1928).

Наконец, особенно любопытна установка в этом вопросе другого великого математика XVIII в. — Даламбера. В своих незаслуженно забытых статьях для „Энциклопедии" он дает подробнейший разбор нашумевшего спора. И воздавая должное Мопертюи и Эйлеру, он с поразительной ясностью указывает все узкие места их построений.

В общем итоге нельзя не признать: хорошо сделало Технико-теоретическое издательство, обновив эту старую книгу. То, что в ней **е с т ь**, сливается с передовыми стремлениями научной современности. А то чего ей недостает, лишний раз напоминает советскому историку об его ответственной задаче: раскрыть исторические основы точного знания.

Ив. Б.

The Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology. Transactions. Volume XIII. 1932—1933. **London**, 1934. 204 + XXIV pp.

„Труды Ньюкоменовского общества по изучению истории инженерного дела и технологии" — орган одной из крупнейших организаций, систематически занимающихся изучением истории техники и развития тех-

нических знаний. По примеру предыдущих выпусков, выходящих в свет со времени учреждения общества, основанного в 1920 г., XIII том Transactions содержит доклады или рефераты докладов, заслушанных и обсуждавшихся на заседаниях общества в 1932/1933 академическом году.

Здесь помещены в хронологическом порядке следующие сообщения, прочитанные членами общества или посторонними лицами:

T. E. Lones. — Местонахождение Ньюкоменовской машины 1712 г.

E. C. Smith. — Дневник Иошуа Фильда (Field) о его путешествии по провинции в 1821 г.

Fr. Nesmith. — Ричард Аркрайт (к двухсотлетию рождения).

Rhys Jenkins. — Корнваллийский инженер Артур Вульф (Woolf) (1766—1837).

W. H. Thorpe. — Маркиз Ворчестерский в Vauxhall'е.

H. W. Dickinson и E. Strokes. — Шетландская водяная мельница.

L. N. Edwards. — Развитие первых американских мостов.

Fr. T. Sprague. — Возникновение системы сложного управления электропоездов.

Ch. E. Lee. — Столетняя годовщина механического омнибуса в Лондоне.

C. F. Marshall. — Механический омнибус сто лет тому назад.

C. V. Paull. — Прошлое и настоящее копей в South Crofty.

A. Rowe. — Водоотливная установка в Great Wheal Busy.

Наиболее значительным по затронутому кругу вопросов является исследование бывшего президента общества Rhys Jenkins'a, посвященное деятельности одного из выдающихся английских инженеров конца XVIII и начала XIX в. — Артура Вульфа (Woolf). С именем Вульфа связано введение принципа многократного расширения пара и изобретение так называемой Корнваллийской водоотливной машины, славившейся на протяжении почти всей первой половины XIX в. Подобно Горнблауеру, Тревитику и ряду инженеров-изобретателей, успешно и плодотворно работавших над усовершенствованием паровой машины, заслуги Вульфа в этой области были надолго заслонены фигурой его гениального современника — Уатта. Этим отчасти объясняется скудость материалов, относящихся к биографии и изобретательской деятельности Вульфа.

Английскому исследователю удалось привлечь ряд новых материалов по истории парового двигателя. В частности, им использована рукопись трактата о паровой машине, принадлежащая перу Джона Фэрея (Farey). Последний известен как автор одной из наиболее ранних работ о паровых машинах двойного действия. Эта работа была опубликована в 1827 г. под названием „A treatise on the steam engine". Использованная Jenkins'ом рукопись является по своему содержанию продолжением названного сочинения Фэрея. Она должна была составить второй том, но по неизвестным причинам осталась неопубликованной. Лишь несколько лет тому назад этот ценный документ был приобретен у частных лиц библиотекой английского патентного управления.

В своем докладе автор дает отдельно обзор деятельности Вульфа в лондонский период его жизни (1797—1811), когда он работал над изобретением компаунд-машины, особо останавливается на деятельности Вульфа в Корнваллисе, где он с 1811 г. занимал пост инженера при тамошних копях. К докладу приложены на отдельных таблицах 5 иллюстраций, заимствованных из известного французского органа — Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Здесь представлены вертикальный разрез, котельная установка и парораспределительный механизм машины Вульфа, построенной инженером Эдвардсом в Париже в 1815 г.

Деятельности отдельного изобретателя посвящено также интересное сообщение W. H. Thorpe о работах известного изобретателя, инженера и авантюриста — маркиза Ворчестерского (1601—1667) в период его пребывания на артиллерийском заводе в Vauxhall'е. Эдуард Сомерсет, второй маркиз Ворчестерский, автор знаменитого труда „Century of Inventions", описывает в этом сочинении изобретенный им „способ поднимать вверх воду при помощи огня". Это дало основание считать маркиза Ворчестерского одим из первых изобретателей паровой машины или, вернее, парового насоса. Однако, неясность описания придуманной им машины и отсутствие каких-либо чер-

тежей не только не позволяет воспроизвести ее устройство, но дают повод вообще усомниться в ее существовании и в том, что изобретенный маркизом „способ подъема воды огнем" был когда-либо осуществлен.

Это обстоятельство еще с середины прошлого столетия побудило ряд английских ученых предпринять многочисленные исследования относительно деятельности Сомерсета и его изобретений. Были просмотрены огромные архивные фонды, относящиеся к этому времени. Была даже раскопана могила и вскрыт гроб, в котором на протяжении двух с половиною веков мирно покоился прах изобретателя, так как имеются указания, что он завещал похоронить с собой модель придуманной им машины. Однако все розыски оказались тщетными, и доказать, что паровая водоподъемная машина маркиза Ворчестерского когда-либо существовала, до сих пор не удалось.

W. H. Thorpe руководился в своем исследовании имеющимся в биографических материалах о Сомерсете указанием, что именно в Vauxhall'е он соорудил свою водоподъемную машину. Докладчиком был также привлечен ряд новых документов, в том числе петиция маркиза на имя Карла II, план заводов в Vauxhall'е, относящийся к 1668 г. и инвентарная опись 1664 г. Автор доклада приводит также свидетельства двух иностранцев — графа Тосканского Козьмы Медичи III, посетившего Vauxhall в 1669 г., и французского путешественника Самюеля Сорбиера (Sorbière), побывавшего там в 1663 г. В этих свидетельствах действительно упоминается большая водоподъемная машина, но отсутствуют какие бы то ни было указания относительно применения пара или огня. Таким образом, эта интереснейшая проблема попрежнему остается нерешенной, хотя исследователю удалось осветить многие стороны деятельности маркиза Ворчестерского по организации производства на заводах в Vauxhall'е.

Резкую противоположность упомянутым двум работам представляет собой сообщение Fr. Nesmith'a, приуроченное к исполнившейся в декабре 1932 г. двухсотлетней годовщине рождения Ричарда Аркрайта. Это сообщение носит парадный, поверхностный характер. В полном несоответствии с широким кругом проблем, которые могут быть затронуты в связи с деятельностью Аркрайта, автор ограничивается банальным восхвалением заслуг Аркрайта как предпринимателя — пионера английской машинной индустрии. Он не дает ничего нового и даже не пытается осветить до сих пор не разрешенный вопрос — действительно ли Аркрайт является автором приписываемого ему изобретения прядильной машины?

*

Истории развития отдельных областей техники посвящены исследования L. N. Edwards'a — развитие первых американских мостов, Fr. I. Sprague — возникновение современной системы сложного управления электропоездов и два доклада, приуроченные к столетнему юбилею лондонского парового омнибуса.

Помещенный в виде обширного реферата доклад L. N. Edwards'a дает обзор развития мостостроения и мостовых конструкций в США за время с 20-х годов XVII в. до 40-х годов XIX в., т. е. более чем за двухсотлетний период. Начав с обзора развития размеров и техники сношений в Америке, автор переходит к описанию деревянных мостов и эволюции их конструкций от примитивных сооружений в виде перекинутых через поток бревен и мостов на сваях и козлах до мостов с арочными и балочными фермами.

Обзор железного мостостроения L. N. Edwards начинает с проекта филадельфийского инженера Томаса Пэна (Paine), предложившего в 1787 г. построить „железный мост" без свай „пролетом в 400 футов" через реку Schuylkill River и в следующем (1758) году взявшего первый американский патент на металлический мост. Затем автор перечисляет наиболее замечательные из сооруженных в XVIII в. и в течение первых четырех десятилетий XIX в. чугунных и железных мостов, останавливаясь довольно подробно на особенностях их конструкций.

Таким образом, в работе L. N. Edwards'a дана картина развития деревянного и металлического мостостроения в Америке до начала железнодорожного строительства, ознаменовавшего собою новую эру в истории современного мостостроения. Совершенно опущен вопрос о каменных мостах и крайне мало уделено внимания связи между опытом

американских и европейских инженеров. Эта связь, несмотря на незначительность тогдашней научно-технической литературы, существовала вполне реально на протяжении всего рассмотренного автором периода. Она выразилась не только в своеобразном обмене опытом, состоявшем в перенесении из одной страны в другую определенных типов мостовых конструкций. Известно, что целый ряд выдающихся европейских инженеров начала XIX в., как, например, Ричард Тревитик и Роберт Стефенсон — продолжительное время подвизались в Америке; наоборот, многие американские инженеры приезжали в Европу. Поверхностное трактование этой проблемы взаимного обогащения техническими идеями старого и нового света способствует неправомерному выпячиванию самобытности раннего американского мостостроения и в известной степени дает извращенное представление о действительном ходе процесса.

Более близким к современности является тема, затронутая в докладе „возникновение современной системы сложного управления электропоездов". Автор доклада — сам изобретатель, известный американский инженер Frank I. Sprague, недавно умерший. В докладе он более или менее подробно рассказывает о работе над своим изобретением, описывает предпринятые опыты, полученные результаты и т. д. Таким образом, читатель имеет возможность познакомиться с историей возникновения одного из важнейших элементов современного электро-железнодорожного дела со слов само о изобретателя. Здесь же имеется много моментов, представляющих интерес не только с исторической, но и с научно-технической стороны.

Два доклада по истории парового автомобиля были сделаны на объединенном торжественном заседании Ньюкоменовского общества и Лондонского общества омнибусов. Заседание было посвящено юбилею лондонского механического омнибуса, приуроченному к исполнившейся в апреле 1933 г. столетней годовщине открытия регулярных пассажирских рейсов на паровых омнибусах системы изобретателя Генкокка. В первом докладе председатель Лондонского общества омнибусов Ch. E. Lee дал очерк работы предшественников Генкокка и его современников, начиная с французского военного инженера Николая Жозефа Кюньо и кончая работами Гернея и Русселя. В докладе приведен ряд интересных выдержек из различных газет, журналов, расписаний движения и других документов. Здесь же имеются некоторые статистические данные о размерах пассажиро-перевозок, выполненных первыми механическими омнибусами.

Останавливаясь на печальной судьбе, постигшей предприятие Генкокка, докладчик, к сожалению, остается на традиционной точке зрения, признавая, что причиной неуспеха первых механических экипажей явилось стеснительное для их развития законодательство и, в частности, смехотворный закон, требовавший, чтобы впереди автомобиля шел человек с красным флагом. Не следует забывать, что издание этих законов было результатом ожесточенной борьбы определенных социальных группировок они — эти законы — выражали интересы кругов, заинтересованных в сохранении конного транспорта и в охранении только-что создававшихся железных дорог от возможной конкуренции со стороны паровых омнибусов.

В отличие от предыдущего, сообщение C. F. Marshall'a посвящено чисто техническому описанию первых паровых омнибусов. Здесь подробно описана первая паровая повозка Генкокка „Infant", построенная в 1831 г. и „Enterprise" — 1833 г., а так же паровые омнибусы двух других изобретателей, Гернея и Русселя, работавших одновременно с Генкокком. Автор привлек ряд новых источников, в том числе документальные свидетельства некоторых современников и работы самого Генкокка К докладу, на отдельных таблицах, приложены снимки с оригинальных гравюр начала XIX в. и чертежей; последние изображают котлы системы Гернея и Генкокка и шасси паровой повозки Гервея, где хорошо видно расположение котла машины и ходовых частей.

*

Особо следует остановиться на сообщениях, относящихся к отдельным историко-техническим документам, памятникам и источникам. Здесь прежде всего привлекает внимание вторая часть „дневника путешествия Иошуа Фильда (Field) по провинции в 1821 г". Первая часть этого документа была обнаружена раньше и доложена в заседании

общества в 1925 г. (см. т. VI Transactions) вторая же часть до последнего времени была неизвестна и считалась утраченной. Лишь сравнительно недавно она была найдена автором сообщения (E. C. Smith'ом).

Обе части дневника Фильда относятся к 1821 г. Первая охватывает время с 20 по 27 августа; в ней Фильд описывает свое путешествие из Лондона в Бирмингем и посещение бирмингамских заводов. Вторая часть, о которой и идет собственно речь, начинается записью 27 августа и заканчивается 6 сентября. В этот период автор дневника побывал в Shrewsbury, посетил Манчестер и заводы Больтона, а затем отправился в Ливерпуль, где осматривал тамошние промышленные заведения.

Следует думать, что Иошуа Фильд — сотрудник, а затем и компаньон известного английского инженера Моделея — предпринял это путешествие со специальной целью пополнить свои знания в различных областях техники и производства, имея в виду перенести кое-что и на свое предприятие. Этим обстоятельством объясняется проявленная Фильдом необычайная любознательность к вопросам, связанным как с организацией производства, так и с моментами чисто технического характера. Весь дневник полон записей этого рода. Наибольшее внимание автор уделяет паровым машинам, металлообрабатывающим станкам и только что зародившемуся пароходостроению. Многие заметки сопровождаются эскизными набросками, сделанными от руки, но достаточно ясно изображающими устройство того или иного механизма. Среди них имеется набросок железного моста, построенного возле Coalbrookdale, проволочно-волочильной машины Dyer'а, плана литейного цеха завода известных в то время манчестерских заводчиков-металлургов Пиля и Вильямса, паровых машин и паровых установок на судах, большого поворотного крана в Ливерпульском порту, деталей различных механизмов и т. д.

Текст дневника опубликован полностью и снабжен примечаниями, разъясняющими некоторые термины, даты, события и имена. Хотя, как признает сам докладчик, работа по комментированию этого замечательного документа еще далеко не закончена, тем не менее само опубликование второй части дневника Фильда составляет крупный вклад в имеющиеся источники по истории развития английской техники и промышленности начала XIX в.

Столь же ценным первоисточником является и помещенный в отделе „Notes and Communications" бортовой журнал знаменитого парохода Enterprize, совершившего в 1825 г. первый пароходный рейс из Англии в Ост-Индию вокруг мыса Доброй Надежды. Журнал, в котором день за днем описано это выдающееся в истории морского транспорта событие, был частично опубликован в т. VIII Transactions, но лишь в кратких выдержках; поэтому нельзя не приветствовать появление этого интересного документа полностью.

Журнал велся капитаном парохода, лейтенантом Джемсом Генри Джонстоном (Johnston), с 16 августа по 13 октября 1825 г. Он содержит подробное описание всех перипетий одного из первых дальних рейсов на паровом судне и трудностей, с которыми экипажу приходилось бороться. К публикуемому журналу приложен снимок, изображающий Enterprize, сделанный с подлинного рисунка, исполненного Модслеем, на заводе которого была построена паровая машина для судна.

*

Первое сообщение, которым начался 1932/1933 академический год, так же как и последние два сообщения, заслушанные в этом году, посвящены истории отдельных технических объектов и предприятий. Доклад T. E. Lones подводит итоги проделанной им скрупулезной работе по определению точного месторасположения атмосферной машины Ньюкомена, построенной в 1712 г. Как известно, сохранилась прекрасная гравюра 1719 г. работы Barney, на которой изображена эта машина с надписью, гласящей, что она была сооружена в 1712 г. „близ Дэдлей Кэстль" (near Dudley Castle). Название этой местности существует и поныне, однако до сих пор не удалось установить, где именно была расположена машина, ибо конфигурация местности и расположение имевшихся здесь копей позволяют интерпретировать выражение „вблизи" различно, как в смысле расстояния, так и направления. Привлеченный автором доклада мате-

риал и кропотливое изучение местных условий, хотя и проливают свет на эту загадку, тем не менее не позволяют сделать окончательного вывода относительно местонахождения машины. Это вынужден признать и сам исследователь.

Более краткими и менее содержательными являются: сообщение C. V. Paull'я: „Прошлое и настоящее копей South Crofty"—одной из немногих копей Корнваллиса, действующих почти непрерывно с XVIII в., и доклад A. Rowe, дающий историю водоотливной установки в Great Wheal Busy. В машинном здании этого предприятия, начиная с 1725 г., последовательно были установлены машины Ньюкомена, Смитона, Уатта и, наконец, сохранившаяся до сих пор балансирная машина, так называемая Корнваллийская водоотливная машина. Эта машина, представляющая интересную разновидность парового двигателя, подвергалась неоднократному ремонту и после многолетнего бездействия была в 1908 г. реставрирована; в настоящее время она находится во вполне рабочем состоянии. Снимок с машины приложен к докладу.

*

В заключение этого краткого обзора работ, помещенных в т. XIII Transactions, остановимся на сообщении H. W. Dickinson'a и E. Strocker'a. Эта небольшая заметка посвящена интересной находке, сделанной обоими учеными во время их пребывания на Шетландских островах. Здесь ими была обнаружена старинная водяная мельница для размола зерна. Эта мельница представляет большой историко-технический интерес, как памятник технической культуры прошлого. Лет 30 тому назад подобные мельницы еще широко применялись в Шотландии и вообще на Оркнейских островах. Но по своему типу они восходят к мельницам, впервые появившимся в XIV в. в Норвегии и Швеции.

Помимо рассмотренных докладов и сообщений, в т. XIII Transactions имеется отдел хроники (Notes and Communications). Здесь, кроме бортового журнала Enterprize, о котором уже упоминалось, и краткой юбилейной заметки о Ричарде Тревитике, помещена статья A. A. Gomme, посвященная исправлению дат некоторых старых английских патентов. Как известно, при предпринятой в 1852 г. публикации всех английских патентов, выданных до 1852 г., были допущены значительные искажения дат. Вследствие спешности работы, при просмотре патентных дел вкрался ряд неточностей и не было соблюдено единообразие датировки. Это делает весьма ценной работу A. A. Gomme, где приведен список 617 патентов с исправленными датами, охватывающий период с 1618 по 1746 г. Некоторые из внесенных исправлений измеряются днями, другие же — месяцами и даже годами.

В т. XIII Transactions помещена также часть XII аналитической библиографии по истории инженерного дела и прикладных наук, занимающая 9 страниц, и годовой отчет о деятельности общества за 1932/1933 академический год. Совершенно отсутствует отдел рецензий и отзывов о книгах.

*

Публикуемые в т. XIII Transactions исследования и материалы позволяют в известной степени судить о характере работ такого крупного историко-технического института, каким является Ньюкоменовское общество. Прежде всего бросается в глаза отсутствие какого-либо тематического стержня, вокруг которого строилась бы вся научно-исследовательская работа, если не считать таким объединящим моментом ограничение преимущественно английским материалом. Представленные доклады и сообщения дают, как мы видели, материал первостепенного интереса, однако их темы ничем не объединены и носят случайный характер: они посвящены или случайной находке, или отдельному изобретателю, или, в лучшем случае, развитию той или иной отрасли техники в узких хронологических рамках. Вместе с тем, совершенно не затрагиваются темы историко-теоретического характера. Это создает впечатление известной случайности в исследовательской работе, дилетантизма и вещеведческого подхода к материалу. История техники и технических знаний, как наука, уже перерастает стадию собирания материала, она требует постановки целого ряда широких теоретических проблем. Отмеченные черты в работе Общества объясняются не только уровнем развития историко-технических званий. Их корни лежат

в присущей буржуазной истории техники тенденции ограничиться кругом чисто технологических и источниковедческих вопросов, всячески уклониться от социально-экономической трактовки затрагиваемых вопросов. Впрочем, на примере современной германской историко-технической школы мы наблюдаем новую, весьма показательную тенденцию отказаться от прежнего описательного подхода к изучению истории техники, обратить и эту дисциплину в теоретическое оружие фашизма. Однако, если английский описательный позитивизм имеет ценность хотя бы научно-объективной констатации и фиксирования фактов действительного развития, то фашистское „теоретизирование" все более лишает современные немецкие работы по истории техники какого бы то ни было научного значения.

П. Забаринский

A. G. Drachmann. Ancient oil mills and presses. Kobenhavn, 1932, 181 стр.

Книга Драхмана представляет собой ценную историю древне-италийских масляных прессов. Автор привлекает имеющийся в нашем распоряжении археологический материал (trapetum из Неаполя, из Помпей, из Oliaro и Casa di Miri и с Мальты), который сравнивается им с описанием trapetum, сделанным Катоном в его „Сельском хозяйстве" (гл. 20—22). Описание это комментируется им очень внимательно, причем он весьма удачно полемизирует со своим непосредственным предшественником Hörle, за три года до его книги выпустившем работу о сельскохозяйственной книге Катона. Большую заслугу Драхмана составляет очерк развития trapetum со времен Катона до Колумеллы: он первый дает эту машину в ее историческом развитии.

Переходя к torcular (собственно настоящему прессу — trapetum только мнет оливки), Драхман дает катоновское описание, затем реконструкцию пресса, сделанную Бренстедом в 1928 г., и параллельно свою, гораздо более ясную и убедительную. Опираясь на данные Герона, который в 3-й книге своей „Механики" дает как раз описание различных прессов (текст этот дошел в арабском переводе), он устанавливает разницу между древнегреческими и италийскими прессами. Для полной характеристики их служат ему последние археологические находки в Стабиях, Боскореале и Салоне. Книга заканчивается весьма дельным описанием давильни, сделанным по Катону.

Большим достоинством книги являются иллюстрации и чертежи, без которых, собственно, не стоит и читать описания этих машин у древних. Иллюстрации выбраны умело: рельеф из Palazzo Rondonini, пресс из Bosco Tre Case, рельеф из Villa Albani; чертежи выполнены прекрасно.

Литература, приведенная автором, может считаться исчерпывающей.

М. Сергеенко

Feyerabend, Ernst. An der Wiege des elektrischen Telegraphen. Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte. Berlin, 1933, S. 32.

Работа немецкого автора входят в состав серии историко-технических очерков, выпускаемых Мюнхенским музеем в виде отдельных брошюр. Как указывает само название книжки, Feyerabend ограничивается лишь ранней историей изобретения электрического телеграфа, затрачивая только моменты, имевшие, по его мнению, значение для дальнейшего развития этого вида связи. В работе рассматриваются опыты Земмеринга, стрельчатый аппарат Шиллинга, работы Штейнгейля, телеграфная линия, устроенная Гауссом и Вебером в 1833 г. В заключение автор кратко останавливается на английских стрельчатых аппаратах Кука и Уитстона и на изобретении Морзе. Несмотря на популярный характер изложения, описание перечисленных изобретений дано с большой полнотой; в сочетании с превосходными иллюстрациями, оно дает ясное представление об устройстве того или иного прибора.

Впрочем, читатель, знакомый с историей телеграфа, вряд ли найдет здесь что-либо новое, за исключением, разве, пишущего аппарата Штейнгейля, вообще мало известного в литературе.

Значительным пробелом является тот факт, что автор обошел молчанием наиболее ранние попытки телеграфировать при помощи статического электричества. Хотя эти опыты и были заранее обречены на неудачу, тем не менее, говоря о „рождении" электрического телеграфа, о них нельзя не упомя-

нуть. До открытия гальванического тока удалось даже добиться кое-каких скромных практических результатов, и было предложено немало в высшей степени остроумных приборов для телеграфирования статическим электричеством. Но, самое главное этими опытами была доказана целесообразность применения электричества для передачи известий на расстояние.

С точки зрения характеристики идеологических сдвигов в современной немецкой историко-технической науке, скромная книжка Feyerabend'а показательна той далеко не скромной задачей, которую автор себе поставил.

Целью работы, по его словам, является доказать, что именно Германия является колыбелью современного электрического телеграфа. Подобная установка, разумеется, вполне соответствует духу современной фашистской Германии; это вряд ли нуждается в пояснении. Но любопытно отметить, что в данном случае материал оказался не на стороне автора. Не успев декларировать приоритет Германии в изобретении электрического телеграфа, Feyeraband сразу же оказался вынужденным упомянуть о французе Шаппе, введшем в обиход само слово „телеграф", и остановиться на работах Араго, Ампера, Фарадея и других выдающихся деятелей науки и техники, не имевших сомнительного счастья принадлежать к пресловутой „северогерманской" расе. Фактически автор не пошел дальше пространных рассуждений о немецком происхождении русского деятеля Шиллинга, факта, никем, впрочем, серьезно не оспариваемого. В результате — заключительная напыщенная фраза об исключительном праве Германии именоваться колыбелью электрического телеграфа оказалась не только не доказанной, но, наоборот, совершенно опровергнутой всем предшествующим изложением. Как и всякое изобретение и открытие, электрический телеграф является в конечном счете функцией всего сложного процесса общественного развития, результатом опыта и творческой работы коллектива людей, разделяемых не только национальными и государственными границами, но промежутками времени, иногда в несколько поколений.

П. Забаринский

Matschoss, Conrad. Gottlieb Daimler in der Geschichte des Kraftwagens. Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte, H. 1. Berlin, 1934, S. 28.

Работа известного немецкого историка техники принадлежит к той же популярной серии, издаваемой „Немецким музеем" как и разобранная выше брошюра Feyerabend'a. Приурочена эта небольшая работа к исполнившейся 17 марта 1934 года столетней годовщине рождения немецкого изобретателя Готлиба Даймлера (1834—1900).

В истории современной техники имя Даймлера связано с изобретением первого быстроходного бензинового двигателя; ему же, наряду с другими изобретателями, принадлежит заслуга успешного применения нового мотора для движения экипажей и судов. В небольшом очерке немецкий автор, с присущим ему глубоким пониманием научно-технической стороны дела, сумел дать достаточно подробную картину изобретательской деятельности Даймлера и очертить его значение в создании современного автомобиля. В нескольких словах C. Matschoss, после небольшого введения, останавливается на ранних попытках применить механический двигатель для передвижения экипажей по обыкновенным дорогам. Этот начальный период истории самодвижущихся экипажей связан с деятельностью Кюньо, Оливера Эванса, Уатта, Мердоха, Тревитика и, наконец, Гернея и Генкокка. Все перечисленные изобретатели с различной долей успеха пытались для своей цели применить единственный известный тогда двигатель — паровую машину. Столь же кратко, но достаточно содержательно автор затрагивает историю двигателя внутреннего сгорания, появление и быстрое усовершенствование которого открыло новую эру в развитии механического транспорта. Здесь отмечены все основные этапы развития двигателя внутреннего сгорания, начиная с двигателей французских изобретателей Лебона (1769—1804) и Ленуара (1822—1900) и кончая двигателями фирмы Отто и Ланген.

Уделив несколько страничек биографии Даймлера, автор переходит к его деятельности на заводах Отто-Лангена в Дейце; затем он останавливается на совместных работах Даймлера и его неизменного сотрудника Майбаха (1846—1929) над изобре-

тением и усовершенствованием бензинового двигателя. Эта часть очерка написана столь же сжато, но не в ущерб интересным подробностям. Довольно обстоятельно описано устройство первых моторов Даймлера и опыты изобретателя по применению нового мотора для движения экипажей, вагонов и лодок. Не упущены также и анекдотические моменты; например, эпизод с налетом полиции на мастерскую Даймлера в Канштадте, где он, вместе с Майбахом, втайне от возможных конкурентов, работал над своим изобретением. Вкратце описана история промышленной эксплоатации изобретения, начиная с деятельности известной французской фирмы Левассор, купившей первые патенты Даймлера, и кончая учреждением акционерного общества моторов Даймлера (Daimler-Motoren Gesellschaft).

В заключение дан краткий обзор успехов автомобилей Даймлера и достигнутых ими показателей на первых международных автомобильных гонках.

Книжка написана хорошим языком, читается легко; к ней приложена библиография, охватывающая 25 статей и отдельных монографий; имеется много иллюстраций, в том числе изображения первого быстроходного бензинового мотора, построенного Даймлером в 1883 г., его первого автомобиля (1886 г.) и двухцилиндрового мотора 1889 г.

Давая оценку работы C. Matschoss'a, следует признать, что, несмотря на популярный характер изложения, она представляет для историка значительный интерес. Немецкий автор, помимо обширной литературы, использовал некоторые неопубликованные документы и личные сообщения родственников изобретателя, а также лиц, его знавших и с ним работавших. В брошюре читатель найдет много интересного и свежего фактического материала.

Отразив положительные стороны, присущие историческим работам такого крупного инженера, как Matschoss, его брошюра о Даймлере крайне поверхностной трактовкой социально-экономической стороны вопроса отражает другую характерную черту исторических исследований этого автора, замыкающегося всегда в узком кругу чисто технических проблем. Следует также отметить, что, в отличие от все сильнее и сильнее дающей себя знать тенденциозности современной германской историко-технической школы, автор пытается дать объективную картину работы предшественников и современников Даймлера, не считаясь с их „неарийским" происхождением. Он прямо заявляет, что невозможно признать какое-либо определенное лицо единственным изобретателем автомобиля; это важнейшее техническое изобретение — плод деятельности буквально целых поколений инженеров, техников и просто любителей.

П. Забаринский

M. Crozet-Fourneyron. Invention de la turbine. Paris — Liège, 1925, 55 стр., 20 фиг.

Хотя изложение истории изобретения турбины и занимает бо̀льшую часть книги, оно все же не является основной установкой работы автора. Марсель Крозе Фурнейрон по профессии инженер-машиностроитель, вместе с тем — предприниматель-капиталист, и его книга, прежде всего, публикация изобретенного им центробежного регулятора к гидравлическим турбинам (Régulateur à action directe et à mouvement louvoyant applicable aux turbines hydrauliques), по существу же она является замаскированной рекламой изделий фирмы Crozet-Fourneyron & Co, где M. Crozet-Fourneyron'y принадлежит руководящая роль. Исторический экскурс, предпринятый автором, служит ему лишь удобным случаем деликатно намекнуть на его родственные отношения с знаменитым изобретателем гидравлической турбины — Бенуа Фурнейроном — и тем самым подчеркнуть солидность своего предприятия.

Книга состоит из следующих разделов: 1) водяные двигатели до изобретения турбины, 2) изобретение турбины, 3) биография Бенуа Фурнейрона, 4) заключение и, наконец, 5) описание способов применения особой системы центробежного регулятора (первый раз испытан в 1921 г.).

Поверхностное знакомство автора с существом вопроса о происхождении водяной турбины обнаруживается прежде всего в отсутствии ясного понимания исторического генезиса этого изобретения.

Простое описание различных способов утилизации водяной энергии, конечно, еще ничего не разъясняет. Приводимые им примеры вроде клепсидр и сифонов Ктезибия

и Герона Александрийского только сбивают с толку читателя.

Эти аппараты никакого прямого отношения к истории водяных двигателей не имеют, ибо они были лишены всякого практического значения, оставаясь на протяжении столетий забавными игрушками, — не более. Даже наука гидравлика никогда не пользовалась ими в качестве опытной аппаратуры для наблюдения механических законов движения жидких тел; она неразрывно связана с непосредственной практикой строителей гидравлических машин, растет из их эмпирического опыта и только в XVIII в. поднимается до вершин научного обобщения. Не осознавая исторического процесса во всей его сложной содержательности, автор не в состоянии показать и конкретных условий исторической действительности, определявших судьбу того или иного способа утилизации водяной энергии. Он прибегает к обычному методу типологического описания различных механизмов, изменявшихся с течением времени в своих конструктивных формах, и вытягивает линию их развития в хронологическую прямую. Это не только вульгарное упрощение действительности, но и просто полное ее искажение. Современный гидравлический двигатель-турбина—вовсе не простое логическое завершение развития предшествовавших форм водяных машин (или какой-либо одной формы, как обычно представляют дело популярные сочинения). Три классических типа водяных двигателей, упоминаемых автором (вертикальное гидравлическое колесо с горизонтальной осью вращения, лежачее вододействующее колесо на вертикальном валу и так наз. „архимедов винт"), каждый в отдельности имели свою собственную историю (и вовсе не такую простую и бессодержательную, как это получается у автора) и линию развития, определявшиеся не только сферой применения, но и характером социального строя (в качестве примера укажем на применение римских вертикальных колес на монастырских и баронских мельницах в эпоху средневековья; в то же время в крестьянских хозяйствах пользуются лежачим небольшим вододействующим колесом, что позволяло не обращаться за помолом на баронскую мельницу. Феодалы при всяком случае разрушали такие установки в деревнях). Эти линии время от времени перекрещиваются, т. е. конструктивно целесообразные элементы одного проникают в форму другого. Например: винтовые лопасти в „турбине" Бессона — 1569 г., вертикальное расположение колеса в турбине Пельтона—1882 г. и другие многочисленные случаи взаимного обогащения техническим опытом. Даже „архимедов винт", изобретенный вначале как водоподъемная машина, в XV в. превращается в двигатель: будучи снабжен по наружной стороне барабана лопатками, он становится самоходным, вращаясь силою течения реки. Но даже в XIX столетии эти линии не сливаются: вертикальное колесо, став металлическим, еще успешно соревнуется с маломощными первыми турбинами, не нашедшими окончательно своей современной формы. Эти моменты не акцентированы в работе М. Крозе, почему картина получается туманной и мало вразумительной. Это особенно досадно, так как у автора под рукой были, повидимому, богатые материалы; он называет много мало известных в истории гидротехники имен (Pupil, Valernod, Barcer, Mannoury d'Hectot и нек. др.) кстати не сообщая, откуда они ему известны, о которых, естественно, хотелось бы знать больше, чем фамилия и год деятельности. „Предисторию" турбины автор заканчивает работами французских ученых инженеров Borda и Navier. Тусклая сама по себе, эта часть содержит большое количество отличных иллюстраций, значительно повышающих интерес читателя к предмету изложения. Считаем необходимым указать на опечатку на стр. 13, ведущую к недоразумению: под рисунком с надписью „Roue de Barcer" (1741) нужно поставить другую: „Roue de Leupold" (1737), а первую поставить на ее место. Указания на источники, и притом довольно редкие, также увеличивают ценность выполненной Крозе работы.

Во второй главе, посвященной изобретению собственно турбины, автор приводит очень содержательный и в большинстве новый материал; цитирует тексты патентов, личную переписку и др. интересные данные о работе ближайших предшественников Фурнейрона. Эти сведения он черпает, видимо, большею частью из какого-то частного архива, так как на некоторые документы не дает справки о их местонахождении.

Здесь следует, пожалуй, отметить довольно заметное стремление автора затушевать весьма видную, если не определяющую весь успех дела, роль профессора горной школы в Сент-Етьене—Бюрдена. Воспроизводимые чертежи его проектов и испытанных моделей показывают, что Бюрденом были почти целиком разработаны не только теория, но и конструктивные принципы турбины (даже название нового двигателя „турбина" от лат. „turbo", было им же придумано), изобретение которой поставило имя Фурнейрона в ряд имен благодетелей человечества. Возможно, что родственные чувства помешали автору быть несколько более справедливым в оценке поистине замечательного предвидения.

Третья и последняя глава исторической части отведена биографии изобретателя турбины — Бенуа Фурнейрона. По своему содержанию она мало что дает нового по сравнению с известными уже статьями, помещенными в немецких „Beiträge zur Geschichte d. T. u. Ind.".

Резюмируя сказанное, нужно отметить, что автор, имея в своем распоряжении богатый и разнообразный материал, не сумел его показать должным образом, чем снизил и интерес к своей книге и ее ценность для истории техники. Однако она займет свое место в исторической библиотеке уже по одному тому, что представляет собой первое в современной историко-технической литературе (в XIX веке по этому вопросу написаны превосходные книги Armengaud, Ruhlman'ом и др.) систематическое изложение истории происхождения и развития гидравлических двигателей. Для предварительного знакомства она дает достаточно. В известных границах книга может быть использована и для научной работы, особенно во второй и отчасти третьей главах. В заключение следует отметить хороший внешний вид книги, отчетливую печать и, особенно, хорошие иллюстрации.

П. Архангельский

Eugène Creveaux. Les anciennes papeteries de la Thierache. Revue scientifique, № 24, 1933.

Статья **Е.** Крево представляет собою выдержки из сообщения, сделанного на конгрессе ученых обществ в Тулузе в апреле 1933 года. В результате знакомства с архивными документами, как хранящимися в местном архиве, так и находящимися в других французских архивах, автор освещает ряд новых моментов, связанных с развитием производства бумаги в одном из центров французской бумажной промышленности. Особый интерес эта работа приобретает в связи с важной ролью французского бумажного производства, где проходила в значительной мере подготовка технического переворота в этой отрасли промышленности. Констатируя, что основанное в Тьераше в конце XV столетия бумажное производство в продолжение XVI и XVII столетий прочно обосновывается в этом районе, автор склонен объяснить данное обстоятельство наличием в этом районе всех условий, необходимых для нормального развития. Он отмечает большое количество водоемов с прекрасной водой (обстоятельство, игравшее очень большую роль в бумажном производстве), обилие леса, идущего на постройку зданий и механизмов, а также наличие высококачественного сырья—льняных тканей, вырабатываемых повсеместно в этом районе. Очень большую роль сыграла и относительная близость мест сбыта готовой продукции, что вместе с возросшим распространением печатных изданий и заменой пергамента бумагой во всех официальных учреждениях создало прочный сбыт продукции местных бумажных мельниц. Автор отмечает также появление производства бумаги для рисования, картона и оберточной бумаги.

Один из разделов статьи посвящен описанию производственного процесса на тьерашских бумажных мельницах. Описание это довольно беглое и не содержит полного разбора применявшихся механизмов. Тем не менее приводимые автором данные о производительности труда в отдельных операциях (черпанье) представляют значительный интерес. На основе рассматриваемых документов автор приходит к мысли о полном техническом застое в этом производстве, отмечая отсутствие сколько-нибудь значительных изменений в производстве бумаги на протяжении ряда столетий. Проводимые во второй половине XVIII столетия, под давлением голландской конкуренции, правительственные мероприятия по улучшению производства выразились в Тьераше только в распростране-

нии мемуара известного ученого и деятеля бумажной промышленности Николая Демаре (Nicolas Desmarets). Этот мемуар, содержащий ряд предложений по улучшению производства бумаги, однако, не оказал ожидаемого действия. К сожалению, из поля внимания автора целиком выпал вопрос о введении на бумажных мельницах Тьераша нового голландского изобретения — ролла-голландера, который как раз в это время с большим трудом отвоевывает себе место во французской бумажной промышленности. Между тем это изобретение являлось крупнейшим усовершенствованием в бумажной промышленности XVIII в., и степень его распространения могла бы помочь судить о техническом уровне бумажных предприятий этого района.

Очень интересен раздел статьи, посвященный экономической и бытовой стороне жизни местных бумажных мастеров. Автор устанавливает, что только в редких случаях профессия бумажного мастера обеспечивала возможность сносного существования. Этим обстоятельством автор склонен объяснить универсальность бумажников, превращающих попеременно свои мастерские то в мельницы для размола зерна, то в мельницы, обслуживающие кожевенные предприятия. Очень интересен сообщаемый автором порядок обучения рабочих бумажников, практикуемый в этом районе. Не лишены интереса и строки, которые автор посвящает санитарно-гигиеническим условиям производства на бумажных мельницах.

Статья E. Creveaux, проливающая свет на производственную жизнь и быт французских бумажников XVI — XVIII вв., является серьезным вкладом в литературу вопроса.

Н. Раскин

История техники. Сборник I. Изд. „За индустриализацию", Москва, 1934 г., стр. 189, ц. 5 р., перепл. 1 р.

Выход в свет рецензируемого сборника, издаваемого Комиссией по марксистской истории техники при Комитете высшего технического образования, является значительным фактом на фронте нашей науки. Хотя этот сборник и не преследует задач непосредственного научного исследования в точном смысле слова, — он предназначен в первую очередь служить пособием для преподавателей (а отчасти и учащихся) при постановке курса истории техники в наших втузах, — однако значение его выходит далеко за пределы узкоприкладной педагогической его функции. В своем предисловии к сборнику Г. М. Кржижановский совершенно справедливо указывает на ту роль, какую должны сыграть этот и последующие сборники по истории техники в области консолидации сил всех работающих по этой отрасли знания.

Если в Ленинграде основная группа научных и педагогических работников по истории техники объединяется вокруг Института истории науки и техники АН СССР и его органа „Архива", то в Москве таким центром притяжения несомненно служит комиссия по марксистской истории техники при КВТО, органом которой является рецензируемый сборник. Основной интерес к истории техники в нашей стране в целом связан, конечно, более с преподаванием этой дисциплины, чем с непосредственной научно-исследовательской работой. Поэтому московские сборники смогут сыграть весьма значительную роль в той широкой постановке этой дисциплины как во втузовском преподавании, так и вообще в марксистской науке и в советском общественном мнении — постановке, которая является прямым выполнением завещания классиков марксизма-ленинизма.

В этой связи необходимо особенно подчеркнуть, что московский сборник — в отличие от вульгаризаторов и опошлителей идей Маркса и Ленина, в отличие от авторов программ по истории техники, придавших этой дисциплине крохоборчески-утилитарную ориентацию (поиски удачных конструкций и т. п.) — сразу ставит вопрос в широкую научно-историческую перспективу. „Марксистская история техники как раз то звено, которое необходимо для всей нашей исторической науки", пишет в своем предисловии акад. Г. М. Кржижановский, подчеркивая, что эта новая историческая дисциплина подготавливает фундамент для всех исторических наук".

Эта подлинно-марксистская постановка вопроса, задавая правильный тон всей работе, в то же время предъявляет к рецензируемому сборнику повышенные требования, в особенности со стороны конкретно-исто-

рической и историко-методической доброкачественности и высокого уровня материала. В настоящее время нельзя уже говорить „на исторические темы", не изучая добросовестно и тщательно конкретного фактического материала исторического процесса. И потому, к сборнику, носящему ответственное название „История техники", естественно, предъявляются серьезные требования прежде всего именно в этом плане.

Однако, этим высоким требованиям сборник в целом не вполне удовлетворяет.

Первая в сборнике статья тов. А. Зворыкина (зам. отв. редактора, т. е. фактического редактора сборника): „Основные вопросы преподавания и изучения истории техники" носит несомненно программный характер. Как указывает в своем предисловии к сборнику акад. Г. М. Кржижановский, сборник как раз и ставит себе основной задачей „способствовать постановке курса истории техники в наших втузах".

Своим общим характером и содержанием статья т. Зворыкина несколько отстала от нынешнего уровня постановки задач в преподавании истории техники. В 1930—1933 гг. наша дисциплина носила еще недифференцированный характер; сфера и содержание ее не были еще отграничены от смежных отраслей знания. Автор не отличает в своей статье истории техники от истории науки; методологии, теории техники от ее истории; не разграничивает задач научного исследования, изучения истории техники от задач ее преподавания, т. е. пропедевтического изложения курса этой дисциплины. Более того, задачи истории техники отождествляются в статье с задачами исторического материализма и вообще философии марксизма.

Так, т. Зворыкин требует, чтобы марксистская история техники показала, „как на базе расширения производственного опыта создавались предпосылки для правильного разрешения основных философских проблем об отношении мышления к бытию" (стр. 10). „Вскрывая научные основы техники данной отрасли", — пишет он в другом месте, — „курс показывает формирование целого ряда прикладных наук и естествознания в целом" (стр. 23). Не слишком ли большая претензия для курса истории отраслевой техники, потому что только о таком курсе и говорит наш автор? Впрочем, по его мнению, в отраслевом курсе истории техники возможно, а потому и „надо проследить параллельно с этапами развития производительных сил и техники — развитие человеческих знаний, начиная с возникновения счета по пальцам у первобытных народов... и кончая материалистической теорией познания — диалектикой" (стр. 12). Задача, несомненно, почтенная, но явно непосильная.

Наряду с этим т. Зворыкин ставит перед курсом истории техники задачу восстановить „сумму исторических знаний в области социально-экономических дисциплин, которую студент получил в своей предшествующей учебе в средней школе" (стр. 22—23). Надо полагать, что теперь, после постановления СНК и ЦК о преподавании истории, должно быть ясно, что эта „сумма исторических знаний" заключается не только в знании самых общих абстрактных схем исторического процесса, но прежде всего в конкретном фактическом материале. Пытаться „восстанавливать" его так, походя, в кратком курсе истории техники было бы, конечно, слишком смело.

Тов. Зворыкин полагает, что история техники „выделяет материальный базис каждой общественной формации", куда он относит „сосудистую систему производства и механические средства труда" и „собственно технику", в которую он включает „костномускульную систему производства" (стр. 10). Нельзя сказать, чтобы это противопоставление механических средств труда костно-мускульной системе производства вносило ясность в содержание понятия техники и соответствовало тому, что писал по этому вопросу Маркс. Путаница эта, по-видимому, не случайна — так, в другом месте автор утверждает, что „для истории техники интересно прежде всего изучение и систематика технологических приемов и в меньшей степени — конструктивные формы, в которых воплощались эти приемы" (стр. 14), отодвигая таким образом на второй план изучение самих орудий и средств труда, т. е. тех „производственных органов общественного человека", изучение развития которых Маркс как раз и считал содержанием „критической истории технологии".

Метод исследования в истории техники т. Зворыкин характеризует следующим образом: „главное, она должна заниматься не объективным описанием отдельных фактов, а по-партийному вскрывать не только развитие техники в условиях антагонистических формаций... но и противоречивый ход этого развития“ (стр. 18), противопоставляя таким образом партийность науки ее объективности, что вряд ли согласуется с азбукой марксизма-ленинизма. Впрочем, такая „несогласованность“, как мы видели, не единична.

В заключение приведем только еще одно указание т. Зворыкина, также касающееся метода исследования. Он полагает, что „применение диалектического материализма к вопросам техники должно начинаться (sic!) с глубочайшего изучения громадного опыта технического развития СССР“ (стр. 23). Остается неясным, почему, собственно, марксистское изучение техники надо начинать не с капитализма, общественно-экономический строй которого детально и до конца проанализирован Марксом и Лениным, а с СССР, изучение социально-экономический структуры которого еще, конечно, нельзя считать законченным, — что, понятно, крайне усложняет исследование социальных опосредствований и движущих сил техники.

Мы остановились только на некоторых наиболее принципиальных положениях статьи т. Зворыкина, не касаясь второстепенных неточностей и небрежностей. Вряд ли она в целом может „способствовать постановке курса истории техники“ где бы то ни было или, хотя бы, способствовать прояснению понимания задач этого курса. Если эту статью следует считать, как указано выше, програмной, то приходится признать, что перед нами программа весьма путаная.

Вторая статья сборника — Капитализм и система механического производства — напечатана в порядке обсуждения.

Автор ее — Э. Лейкин углубляет и развивает здесь основные положения своих прежних высказываний в журналах „Проблемы экономики“ (№ 2 за 1933 г.) и „Мировое хозяйство и мировая политика“ (№ 3 за 1933 г.) Речь идет о проблеме соответствия между капиталистическим способом производства, с одной стороны, и тем, что автор называет „системой механического производства“ — с другой.

В своей статье Э. Лейкин исходит из широко используемого в советской теоретико-технической литературе указания Маркса на три основные части всякой вполне развитой машины. Наш автор, подчеркивающий, что он в своей статье цитирует I том „Капитала“ по немецкому изданию 1932 г., не заметил самого, может быть, существенного в этом указании Маркса: того, что оно относится не к отдельной машине, хотя бы и „вполне развитой“, а к некоему машинному комплексу, аггрегату, который Маркс называет не просто машиной, но „Maschinerie“.[1] Таким образом, исходный пункт анализа Э. Лейкина оказывается фактически неверным, основанным на незаконном отожествлении двух понятий, различаемых Марксом.

Игнорируя различие этих двух понятий, автор приходит к отожествлению машинной техники в широком смысле слова, — того, что французы называют machinisme — с „механической техникой“, ибо с точки зрения Э. Лейкина тот объект — Maschinerie, по Марксу, — который имеет трехчленное деление, есть не что иное, как механическое средство труда (стр. 40, 51, 57 и др.).

На этой ложной основе автор в дальнейшем формулирует свою задачу следующим образом:

„В чем же состоит природный характер механической техники, созданной капитализмом в виде системы машин? И в чем состоит органическая связь этого природного характера механической техники с капиталистическим способом производства, или, иначе говоря, в чем состоит адэкватность буржуазной техники и буржуазного труда?“ (стр. 40—41).

На этот вопрос Э. Лейкин отвечает следующим образом:

„Не случайно, что именно при посредстве капиталистического способа производства человечество овладевает колоссальными производительными силами механической техники. Но это значит, с другой стороны, что историческое место системы механической техники соответствует (адэкватно) исторической миссии капиталистического спо-

[1] См. статью Х. И. Гарбера „Проблема“ „Maschinerie“ у Маркса“ в настоящем выпуске „Архива“.

соба производства" (стр. 56). В другом месте он говорит о соответствии (адэкватности) „системы механического производства и буржуазного труда" и об „адэкватности механического способа воздействия на природу содержанию буржуазного труда" (стр. 51).

Этому единству: капитализм — механическая техника автор противопоставляет „систему электрического производства, исторически адэкватную коммунизму" (стр. 60)

Постановка задачи, разрешаемой автором, вообще говоря, закономерна, но она требует прежде всего конкретного исторического анализа конкретной техники.

Эту задачу автор разрешает тем чрезвычайно характерным для определенного этапа развития нашей науки способом, который в основном сводится к подмене действительной техники и технических знаний рассуждениями о технике, по поводу техники и наиболее абстрактными обобщениями в области техники (прикладная механика, в частности кинематика механизмов и т. п.)

Э. Лейкин даже подчеркивает, что он, собственно, занимается не техникой в обычной ее трактовке, а „общей теорией общественной техники" (стр. 51), „общественной техникой" (стр. 59), т. е. той самой наукой, о необходимости создания которой говорил Рубин в своих „Очерках по теории стоимости" и которую теперь пытаются иной раз воскресить под иными названиями, но, по сути дела, исходя из тех же методологических позиций меньшевистского идеализма, что и Рубин. Лейкин является, несомненно, не только по форме, но и по духу питомцем школы Рубина, ибо самая постановка вопроса об „общественной технике" предполагает возможность техники „необщественной".

Из незнания реальной техники и подмены ее обобщающими теоретическими соображениями, с одной стороны, из непонимания текста Маркса и отожествления системы машинного производства с механическим воздействием на природу, с другой стороны, и, наконец, из идеалистической, по сути дела — абстрактно-схоластической методологической установки и вытекла вся в корне ложная концепция Лейкина в целом. Он противопоставляет механическую технику электрической, не понимая, что до тех пор, пока люди материальны и в своей деятельности имеют дело с материей физической, т. е. весомой, в общественном производстве гигантскую и по мере усложнения и развития общественных связей все возрастающую роль должен играть транспорт грузов и людей, т. е. механическое их передвижение. Далее: и электрическая энергия к громадному количеству производственных процессов приложима и прилагается, только будучи предварительно трансформирована в механическую (электропривод).

Затем, чисто-исторически неверно рассмотрение, скажем, химического производства при капитализме, как подсобного' вспомогательного момента при механическом производстве или как некоей надстройки, вызванной к жизни потребностями механического производства (стр. 53). В действительности ряд химических производств—и основная химическая промышленность (производство серной кислоты, щелочей и т. п.), и текстильная химия (беление и крашение тканей и бумаги), и военная химия (производство селитры, порохов и т. д.), и ряд других важнейших, не говоря уже о металлургии, отраслей хронологически являются ровесниками капиталистического способа производства и играют в нем с самого начала выдающуюся самостоятельную роль.

Очень характерна для статьи в целом более чем сомнительная по существу, но вполне соответствующая общему построению статьи в духе абстрактно-логического схематизма, попытка Э. Лейкина (стр. 30—32) чисто умозрительно установить имманентные тенденции развития, присущие каждому элементу трехчленной машины в отдельности.

Если добавить к изложенному выше, что статья написана исключительно тяжелым языком, то станет очевидно, что она ни в какой мере не может служить „пособием для преподавания".

Статья В. Данилевского „Проблема турбины внутреннего сгорания" имеет целью на основе исторического анализа развития машин-двигателей вообще подойти к постановке вопроса о турбине внутреннего сгорания. При таком широком охвате темы получается, естестественно, изложение довольно поверхностное, не лишенное ошибок. К последним присоединяются иногда досадные опечатки, вроде, например, указания, что наибольшая (водяная) турбина, построен-

ная в 1883 г., имела мощность 40 л. с. (стр. 72) — вместо 1833 г.; или фразы о том, что в 1851 г. Больтон и Уатт выставили на выставке в Лондоне крупную пароходную машину: цитата взята из Маркса, но опущено указание, что дело идет о фирме „его (Уатта) преемника", так как сам Уатт умер в 1819 г., а Больтон — еще раньше.

Относительно Дизеля говорится (стр. 69): „Попытка Рудольфа Дизеля создать идеальный двигатель, в котором тепло, развивающееся при горении топлива, полностью превращается в механическую работу" и т. д. Эта характеристика неточна, так как Дизель не отрицал 2-го закона термодинамики и знал, что задача в такой формулировке невозможна. Также не точно изложено содержание 1-го патента Дизеля (стр. 69, примечание 47), пункты 3 и 4: постоянство давления в нем не было предусмотрено, и говорилось о постепенном сжигании горючего „без существенного повышения давления и температуры". Фактически Дизель первоначально стремился к изотермическому сгоранию, а никак не к сгоранию при постоянном давлении; к последнему он принужден был перейти вследствие неудач с изотермическим сгоранием.

Говоря о латуни, как материале для лопаток турбин Парсонса, автор связывает ее применение с малыми скоростями на окружности этих турбин. Решающим обстоятельством здесь является не столько скорость, сколько низкая температура применявшегося в турбинах Парсонса насыщенного пара: латунь и бронза не годятся при перегретом паре.

На стр. 74 автор приписывает Редтенбахеру мнение о необходимости возвращения к „идее турбины, приводимой в движение горячим воздухом". Это неверно, так как книга Редтенбахера („Die calorische Maschine") посвящена вопросу о поршневых двигателях, работающих нагретым воздухом, и главным пунктом его исследования является вопрос о применении в этих двигателях регенератора. Совершенно тот же характер яосит письмо Редтенбахера Цейнеру с отрицанием правильности принципа работы паровой машины: никакого упоминания о газовой турбине там нет.

На той же 74 стр. автор переходит к современной проблеме газовой турбины. На стр. 76 он упоминает о турбине Целли; повидимому это опечатка, так как Целли турбинами внутреннего сгорания не занимался (вероятно, автор имеет в виду Zsely). В очерке турбин внутреннего сгорания автор не проводит основного различия между настоящими турбинами внутреннего сгорания, в которых это сгорание происходит в камерах самой турбины, и турбинами небольших мощностей, предназначенных для работы на отходящих газах двигателей внутреннего сгорания: в последних температуры рабочих газов невысоки, да и вопрос о коэффициенте полезного действия тоже имеет очень малое значение; поэтому вопрос о них может считаться более или менее решенным.

К сообщаемому материалу автор относится без критики: так например, хотя он сам говорит о ненадежности экономических расчетов с газовыми турбинами, но сам же приводит (стр. 82) подробную таблицу сравнения расходов на установку турбины внутреннего сгорания, паровой турбины и поршневого двигателя внутреннего сгорания, заимствованную из журнала Iron Age за 1924 г., совершенно не обоснованную. Также неубедительны и сравнения экономических коэффициентов полезного действия, приведенные в таблице на стр. 83, где коэффициенты полезного действия, действительно полученные в двигателях, сравниваются с коэффициентами проектируемой газовой турбины.

В виде положительного достижения автор приводит турбину Я. М. Гаккеля (стр. 89, фиг. 13), представляющую самый обыкновенный тип реактивного колеса. Что нового находит автор в этом проекте (детально не разработанном) — неизвестно. Он обращает еще внимание на проект Никольского; последний предлагал вместо подачи воздуха в камеру сгорания вводить туда смесь азотной кислоты и скипидара: развивающийся при воздействии этих веществ друг на друга кислород вызовет, по мнению Никольского, сгорание топлива. Автор находит только одно возражение против этого явно не реального проекта, именно едкость намеченного вещества, и даже в заключительном перечне: „основные даты из истории турбины внутреннего сгорания и подземной газификации угля" выделяет специальную дату (1917 г.) для предложения Никольского.

Относительно этого перечня „основных дат“ надо сказать, что автор вносит туда всевозможные сведения, относящиеся к машинным двигателям (паровым машинам, паровым турбинам, водяным колесам и турбинам, двигателям внутреннего сгорания и динамомашине (!?). Относительно турбин внутреннего сгорания там приводится несколько бессистемно выбранных данных: при желании можно было бы развить перечень предлагавшихся (в патентной литературе) турбин внутреннего сгорания почти до безграничных размеров. Какой-либо характеристики движения в области этих предложений и хотя бы теоретических исследований этого вопроса мы не находим у автора.

Таким образом наиболее ценной частью рассматриваемой работы является литературный указатель, в котором приведено большое количество основных сочинений, преимущественно по газовым турбинам.

Наиболее слабой статьей сборника является статья Ю. Покровского — „О некоторых основных проблемах в истории металлургии“. Статья начинается с якобы методологического, а фактически наполненного общими местами вступления и разделяется на две главы 1) металлургия эпохи рабовладельчества и 2) производство металла в феодальный период. Последним фактом, упоминаемым автором, является изобретение Гентсманом литой стали в середине XVIII в., что сразу же вызывает вопрос — почему „основные проблемы“ кончаются серединой XVIII в., когда металлургия только начинает как следует становиться на ноги? Но дело не в заглавии, а в том, что все изложение статьи, несмотря на заявление вступления о необходимости „настоящих исторических исследований“, не только не носит исследовательского характера, но является пересказом далеко не безукоризненной, со всех точек зрения, работы Иохансона „История железа“. В библиографии, приводимой в конце статьи, не упомянуты, например, такие работы, как Блюмнера для античности, новая сводная работа Фельдгауза для феодализма, классическая работа Аштона для промышленного переворота и т. п. Особым курьезом библиографии является упоминание в ней в двух местах (ссылки 16 и 26) одного и того же сочинения Агриколы — один раз в немецком переводе, а другой раз в латинском оригинале, повидимому, в качестве различных работ.

К рабовладельческим обществам автор bona fide без всяких оговорок относит и древний Египет и современные нам отсталые „дикарские“ общества, что по меньшей мере сомнительно.

Автор на стр. 101 сообщает, что уже „древние умели применять водяную силу к движению воздушных мехов“, что неправильно, а на стр. 109 говорит, что „примерно в начале XIII столетия металлурги стали применять водяную энергию, соединяя рычаги мехов с водяным колесом.“

На той же стр. 101 автор сообщает, что цилиндрические воздуходувки стали применяться со времен Витрувия — этот факт, остающийся не подкрепленным ссылкой на источник, к сожалению не известен ни нам, ни автору весьма подробной, изданной в 1917 г. в Париже, работы „Origine et évolution de la soufflerie“ — Фремону.

На стр. 99 приводится расчет производительности сыродутного способа производства железа в античном мире, причем указывается, что „редко удавалось выделить сыродутным способом хотя бы половину содержавшегося в руде металла“, а на стр. 107 приводится другой расчет производительности того же способа уже при феодализме, и говорится, что из руды выделялось „от 20 до 30% содержащегося в ней металла“ — не мешало бы свести оба подсчета, так сказать, к одному знаменателю и объяснить читателю, как это случилось, что при том же способе стали получать из руды вдвое меньше металла.

На стр. 104 говорится о получении „железа с литейными качествами“. Что это значит, особенно для античности, нам не вполне ясно, не ясно также, что имеет автор в виду на стр. 115, говоря о „диффузии углерода и цементита“ — повидимому, он считает цементит химическим элементом. Наконец, украшают статью фразы вроде: „Вообще знакомство о древней металлургической техникой поражает относительной ее несовершенностью“. О вопиющих опечатках мы уже не говорим.

Статья И. Абрамова „Техника металлургического производства в период мирового кризиса“ привлекает к себе внимание как сводный обзор данных о технических

сдвигах в черной металлургии за последние 4–5 лет по данным ведущей иностранной печати — „The Iron Age", „Stahl und Eisen", „Steel", „Revue de la Métallurgie", „Blast Furnace and Steel Plant" и т. п. Такого рода сводка, достаточно компетентно составленная, несомненно представляла бы большой интерес и ценность, в особенности для преподавателя истории техники, который, понятно, не имеет возможности следить за специальной технической периодикой по различным отраслям.

В своем очерке И. Абрамов приводит хотя и не сведенные в целостную картину данные, которые несмотря на отдельные ошибки, в совокупности все же несомненно характеризуют почти все наиболее существенные факты в пределах поставленной себе автором темы.

Отметим лишь некоторые дефекты статьи. Автор утверждает, что „первые десять лет после окончания империалистической войны протекали во всех капиталистических странах под знаком неуклонного роста выплавки чугуна и стали" (стр. 121). Не имея существенного значения для изложения в целом, это утверждение тем не менее создает неверное представление о ходе вещей, так как совершенно упускает из виду послевоенный кризис 1921 г., резко отразившийся как раз на металлургическом производстве в ряде стран, так что именно первые годы после войны характеризовались не подъемом, а снижением производства.

На стр. 127—128 использование доменной печи в качестве газогенератора названо „извращением производственной мощности" (?!), а на стр. 142 о превращении домны в газогенератор и химическую реторту говорится как о „деле, имеющем большую будущность". Вопрос, поднятый здесь, настолько важен теоретически, что автору следовало бы иметь более определенную точку зрения.

Уменьшение удельного веса бессемеровского процесса в общей выплавке стали в США автор объясняет только тем, что там „налицо несомненное исчерпывание запасов малофосфориетых руд". Между тем совершенно очевидно, что рост удельного веса мартеновского процесса в период кризиса объясняется, помимо всего прочего, крайним падением цены на лом, что чрезвычайно повышает выгодность мартеновского процесса.

Далее, как раз перед самым кризисом, был пущен в Германии Круппом новый доменный завод с высокой автоматизацией всего производственного процесса — одно из наиболее совершенных предприятий в своей области. О судьбе этого завода в последние годы т. Абрамов, к сожалению, не упоминает.

Нет нужды останавливаться на других подобного же рода ошибках и неточностях — они все же не умаляют полезности собранного фактического материала. Обращает на себя внимание тяжелый стиль автора, изобилующий специфическими казенно-туманными оборотами, вроде того, что „блюминг стимулирует качество продукции" (?!).

Сборник заканчивается довольно обширным отделом хроники, куда почему-то включена большая информационная статья А. (?) Рынина о первых полетах братьев Монгольфье, в связи со 150-летним юбилеем этого события. Помимо живого, хотя чисто прагматического изложения последовательности событий, статья интересна приводимыми в ней характерными документами эпохи. Никаких методологических задач статья перед собой не ставит. Большое место в отделе хроники уделено также международной выставке „Век прогресса", происходившей в 1933 г. в Чикаго. Статья С. Миликовского, посвященная этой выставке, дает чрезвычайно содержательную и подробную ее характеристику со стороны как содержания и экспозиции, так и организации выставки, ее архитектурного оформления и т. д. Помимо того, в отделе хроники дана информация о работе советских научных учреждений, работающих в области истории техники.

Мы рассмотрели более или менее обстоятельно все содержание сборника. Итог получается неутешительный. В самом деле, ни одна статья сборника не может считаться отвечающей задачам, поставленным перед сборником в целом. Следует предостеречь редакцию сборников от продолжения их издания в том же духе после директивных указаний партии и правительства о преподавании и изучении исторических наук.

Как бы то ни было, начало положено — на свет появилось новое издание по марксистской истории техники, что само по

себе представляется уже ценным завоеванием, заслуживающим всемерной поддержки и развития.

М. Гуковский
А. Радциг
Я. Рокках

Крепостная мануфактура в России. Ч. III. Дворцовая полотняная мануфактура XVII в. Изд. Акад. наук СССР, Л., 1932, стр. 382 + XXXIV.

Рецензируемый третий выпуск материалов по истории русской крепостной мануфактуры посвящен первому крупному текстильному предприятию в России — Кадашевскому и Тверскому полотняным дворам в Москве и связанным с ними селам Брейтову и Черкасову в Ярославском уезде, занимавшимся производством льняных изделий на казну.

Собранные в томе документы дают характеристику производственной и общественно-бытовой жизни царской мануфактуры на протяжении почти всего XVII столетия (с 1613 по 1698 гг.). Новые материалы позволяют установить время возникновения мануфактурных форм организации труда и выявить некоторые специфические черты текстильной техники в начальный период русской мануфактурной промышленности.

К сожалению, техническая сторона производства затронута рассматриваемыми документами значительно слабее, чем в материалах I ч. „Крепостной мануфактуры", относящихся к первым металлургическим заводам XVII в. Объясняется это, повидимому, как отсутствием в составе наших документов „переписных книг" с подробными описаниями производственных строений и технического инвентаря (наличие таких книг составляло главную историко-техническую ценность первого тома), так и низким уровнем техники русского текстильного производства, где главную роль играл мелкий ручной инструментарий — движимый инвентарь, труднее поддающийся документальной фиксации, чем крупное оборудование военно-металлургических предприятий.

К тому же дворцовая полотняная мануфактура не представляла собой, подобно тульским и каширским заводам, централизованного производства, а составлялась из нескольких качественно различных производственных ячеек, нарушавших территориальное и технологическое единство производственного процесса. Так, основная текстильная мастерская — Кадашевский двор, — где имелись более или менее постоянные кадры рабочей силы и проведено было довольно значительное разделение труда, дополнялась рядом слобод вне Москвы со слабой производственной специализацией привлекаемого к работам тяглого населения. И здесь и там широко применялась раздача работ на дом. Налицо, таким образом, своеобразная форма централизованно - рассеянной мануфактуры.

Те немногие сведения, которые мы имеем об оборудовании Кадашевского двора, рисуют техническое состояние мануфактуры в следующем виде. Производственный цикл предприятия начинался с операции прядения: предварительная обработка волокна отсутствовала, ввиду покупки чесаного льна (стр. 57). Инструментом прядения являлось веретено, работа на котором велась у прялиц (стойка, куда прикрепляется пучок волокон). Упоминаний прялки или самопрялки нигде в документах не встречается; эти основные механизмы западноевропейской прядильной мануфактуры XVI—XVII вв. Московской Руси, очевидно, не были известны. Веретено употреблялось и при изготовлении пряжи из чистого льна и при прядении оческов (стр. 71). Примитивность технических средств имела своим следствием большой процент отходов прядения — около 40% чесаного льна (стр. 63). Производительность прядильного труда была примерно в 2.5 раза ниже средней нормы выработки в европейских прядильнях того времени.

Изготовленная пряжа перематывалась, повидимому, иа мотовила (стр. 69, № 29) и затем шла в ткацкий отдел. Ткачество производилось преимущественно на узких станках кустарного типа, но, как свидетельствует содержание одного документа (стр. 61), на мануфактуре имелись и иностранные станки с широкой ткацкой рамой; на них работали выписанные иноземные мастера, обучавшие заграничному искусству русских учеников.

Первой операцией ткацкого дела являлась т. н. перебивка берд, т. е. пропускание нитей основы через зубья инструмента, слу-

жащего для забивки продернутой нити утка к вытканной части материи. Разнообразие сортов изготовлявшихся тканей обусловливало необходимость значительной дифференциации берд. Мы имеем следующие разновидности последних: 1) „берда с набилками" (для посольских скатертей), 2) „берда наметочные", 3) „берда простые без набилок" (для тканья свитков), 4) „берда двойные", 5) „берда тройные", 6) „берда утиральные", 7) „берда задейчатые", 8) берда для тканья хлопчатых скатертей (стр. 56).

Такая широко идущая специализация одной из принадлежностей ткацкого станка может служить прекрасной иллюстрацией к марксову положению о том, что „мануфактурный период упрощает, улучшает и умножает рабочие инструменты путем приспособления их к исключительным обособленным функциям частичных рабочих". (Маркс. Капитал, т. I, 7 изд., стр. 256—257). И действительно, специализации инструментов соответствует довольно детальное разделение труда в ряде профессий.

В ткацком деле различаются ткачихи простых тканей (ткащии) и работающие на узорчатых станках (бралии). Первые, в свою очередь, делились (в Кадашевской мануфактуре) на специалисток по выработке полотен двойных, тройных, нитяных, образчатых, тверских, парусных, убрусных и др. Среди бралий можно отметить перебиравших „столбцы двойные", „столбцы тройные" задейчатые, скатертные, убрусы (узорное полотенце), убрусные полочки и утиральники, а также „деловиц", специализировавшихся по узору ткани (количество последних доходило до двух десятков).

Две особые группы составляли так называемые беленицы: под этим названием числились как прядильщицы отбеленной льняной пряжи, так и белильщицы тканей. Наконец, вышивка убрусных полотен составляла функцию „швей". Вот все те сведения о производственной технике и специализации труда на первой русской текстильной мануфактуре, которые можно выявить из рецензируемого сборника документов.

Не давая возможности восстановить детальную картину технического состояния полотняного производства, опубликованные Историко-археографическим институтом Академии Наук новые материалы подтверждают, однако, с достаточной убедительностью факт технико-экономической отсталости одной из ведущих отраслей русской обрабатывающей промышленности XVII в., по сравнению с уровнем, достигнутым западно-европейским льнопрядильным и льноткацким производством.

Помещенные во второй части 3 тома „Крепостной мануфактуры" статистические таблицы дают (в разделе „Производство") довольно полную сводку сведений о сортах и видах выпускаемых изделий, существовавших специальностей, количестве людей, занятых в каждом „деле", и трудоемкости этих последних, величине выработки (по роду работы и по годам) и оплате труда „мастериц" в денежной и натуральной форме (хлеб). „Словарь производственных терминов" включает в себя почти весь круг упоминаемых в тексте технических объектов. Объяснения названий и производственных функций орудий труда даны в ясной и популярной форме. Исключением является только совершенно ошибочное определение „пряслицы" как „с а м о п р я л к и, орудия без веретена".

Е. Цейтлин.

П. И. Майн. Стрелковое оружие. Книга I. Литограф. издание Арт. Академии РКА им. Дзержинского. Ленинград, 1934. 242 стр. с приложением атласа чертежей. Цена 6 р. (с атласом), переплет 50 коп.

Книги по истории военной техники можно разделить на две группы: 1) работы, посвященные истории военного искусства, где основной упор сделан на разбор эволюции тактики и стратегии и где лишь мимоходом упоминается о вооружении действующих армий, и 2) книги, описывающие развитие человекоубойных средств, безотносительно к вопросам тактики и стратегии.

Книг первой группы довольно много на русском языке (напр., „Истории военного искусства" Михневича, Пузыревского, Дельбрюка и др.), но зато вторая группа исключительно бедна, и особенно скудна литература по вопросам ручного оружия: кроме переводных книг П. фон-Винклера „Руководство к истории, описанию и изображению ручного оружия с древнейших времен до XIX века" (главным образом холодное оружие) и работы Гринера „Ружье"

ничего больше из стоящего внимания для изучения истории военной техники не написано.

В большинстве случаев историку военной техники приходится прибегать, как к руководствам, к каталогам и описаниям коллекций русских и иностранных военных музеев и комбинировать эти каталоги с книгами по истории военного искусства. Марксистских работ по истории развития артиллерии и ручного оружия еще нет.

Выход в свет книги П. И. Майна „Стрелковое оружие", где третья часть работы посвящена вопросам истории материальной части огнестрельного оружия, можно только приветствовать. Книга вышла в момент, когда интерес к военному делу среди широких масс чрезвычайно возрос в связи с бешеными темпами гонки вооружений империалистических держав и вопросами обороны СССР.

Естественно, что лица, интересующиеся современным состоянием военной техники, желают познакомиться и с той эволюцией, которую проделало оружие, прежде чем дойти до нынешнего состояния, и узнать те пути, по которым это развитие шло, и те причины, по которым происходило то или иное усовершенствование в вооружениях армий на протяжении многовековой истории вооруженных столкновений человечества.

К сожалению, разбираемая нами книга отвечает только на первый вопрос, давая последовательное, связное изложение эволюции огнестрельного оружия с древнейших времен до наших дней, но отнюдь не указывая, как на следствие того или иного нововведения, на изменения тактики боя, хотя бы в кратких чертах, ни, тем более, на причины, обусловившие появление новых видов оружия. Попытки, которые делает автор в этом направлении, сводятся, главным образом, к объяснениям отказа от некоторых вновь предложенных типов оружия лишь в виду их технических несовершенств, но автор не приводит причин, эти несовершенства вызвавших, или, в лучшем случае, указывает как на основную причину—на состояние уровня техники. Социально-экономические факторы, обусловившие появление огнестрельного оружия, автором совершенно не затронуты. Но несмотя на то, что историческая часть книги (которая, собственно, является предметом нашего разбора) написана по образцу буржуазных историко-технических книг, она по материалу, заключающемуся в ней, дает хорошее представление о последовательной смене видов огнестрельного оружия. Встречаются лишь незначительные пробелы и ошибки, мало влияющие на общие впечатление от работы в целом.

На стр. 4 автор утверждает относительно XIII — XIV вв. что „металлургии не было в том понятии, в каком она существует в наше время" — и т. д. и что от этого так усложнился процесс изготовления клинков („длился месяцы, а нередко даже годы"!?). Правильнее было бы сказать, что причинной было ремесленное производство оружия, ремесленная техника, которая в дальнейшем в своей технической основе вошла в мануфактуру.

В главе о „метательном оружии до изобретения пороха", к сожалению, совершенно не упомянуто ни о метательных копьях (напр., римских пилумах) ни о дротиках, игравших значительную роль в вооружении бойцов, особенно в античности и на Востоке.

Примыкание штыка с помощью штыковой трубки было впервые предложено не Вобаном (стр. 23), а английским генералом Маккеем (Mackay) в 1691 году. Вобан лишь настоял на введения такого способа примыкания штыка во французской армии, вместо практиковавшегося до того вставления в ствол.

Можно было бы уточнить даты изобретения колесцового замка (1515 г.) и мушкета (1521 г.), вместо общих указаний на век („в начале XVI века" и „в конце XV века").

Винтообразные нарезы были известны и до второй половины XVII столетия (стр. 27). Во французской литературе указывается нюренбержец Август Коттер (Auguste Kotter), как впервые предложивший их во II половине XVI века.

Совершенно нельзя согласиться с автором, что „французским офицером Тьером было предложено придать пуле (в штуцере Дельвиня. *И. Р.*) деревянный шпугель" (стр. 30). Тут сразу две ошибки: 1) деревянный шпугель был введен не Тьером, а лейтенантом-полковником де-Поншарра (Lieutenant-colonel d'artillerie de Pontcharra) в 1837 году. Сам шпигелек был изобретен

оружейником в Лионе Брюнейлем (Bruneil) в 1827 г.; 2) „французского офицера Тьера" вообще не существовало, а был артиллерийский капитан Твери (Thiéry), которому было поручено герцогом Орлеанским вооружение и обучение 10 батальонов стрелков (Chasseurs d'Orléans) обращению с карабинами с цилиндрической пулей, на основе блестящих результатов, достигнутых батальоном французских стрелков (Chasseurs de Vincennes) в Алжире в 1838 году, вооруженных карабинами Дельвиня-Поншарра, но со сферической пулей. Тьери изготовил на заводах 10000 карабинов, но допустил нарезку под слишком малым углом наклона, и результаты на испытавии на поле Сент-Омера (au camp de Saint-Omer) получились очень плачевные. Министерство вернулось к сферической пуле.

На стр. 37 автор говорит, что Дрейз (конструктор игольчатого ружья) был родом „из Коммерджа", что необходимо поправить на Зоммерд (Soemmerd) близ Эрфурта.

К сожалению, на протяжении всего обзора исторического развития ручного огнестрельного оружия в книге нигде не упоминается об эскопеттах и эспиньолах XVI века, о тромблонах и мушкетонах, характерная особенность которых состояла в том, что они были крупнокалиберным оружием с фитильным или кремневым замком, канал которых, расширенный к дулу, кончался воронкообразным раструбом. Заряжались они 10—12 пулями разом. Раструб служил для рассеивания пуль при выстреле. Тромблоны состояли на вооружении французских саперов в XVIII веке и наполеоновских мамелюков, а мушкетонами была одно время, почти до середины XIX века, вооружена часть кавалерии (напр., в России).

Совершенно почти ничего не сказано автором о порохах и их составах в различные периоды истории огнестрельного оружия, что при подробном описании пуль и гильз является существенным пробелом.

Не совсем ясно из книги, как обстоит дело с винтовкэй системы Росса. В 3-й главе, в „описании современных винтовок" по странам, на стр. 212 канадская армия вооружена винтовками системы Росса, образца 1910 года, а на стр. 68 сказано, что винтовка системы Росса образца 1910 года „из-за частых вырываний затвора была снята с вооружения канадской армии в разгар империалистической войны".

К числу досадных опечаток надо отнести „удержание патронника в гильзе" (стр. 41), упоминание винтовки системы „Бердана № 2", вместо системы „Бердана № 1" (стр. 51) и наиболее серьезная, могущая вызвать заблуждение читателя, на стр. 115, где написано „Магазинная винтовка РККА образца 1891—1930 г.г. — Франция", — вместо СССР.

Следует отметить, что чертежи (как в книге, так и в альбоме) прекрасно выполнены и дают полное представление о деталях оружия, тем более, что им сопутствует точное описание в книге. Только один рисунок, № 15, на первом листе атласа, не имеет своего текста в книге, и вообще ссылки на него отсутствуют.

Указанные нами, в сущности мелкие, погрешности тем более понятны, что работа автора может рассматриваться как одна из первых попыток в этом роде на русском языке. Нельзя не отметить и ее больших положительных сторон. Книга дает связную историю развития ручного огнестрельного оружия, она написана увлекательно, ясным и понятным языком, чрезвычайно легко читается и усвояется.

Исключительный интерес представляет „Краткий критический обзор механического оружия", где автором, на основе исследований П. Д. Львовского, дается сравнение между механическим и огнестрельным оружием с точки зрения баллистики и работы по аккумулированию энергии для производства выстрела.

В заключение нельзя не пожелать, чтобы обещанные автором в предисловии 2-я и 3-я книги, — о классификации автоматического оружия, пулеметов и об оружии самообороны (револьверы и автоматические пистолеты), автоматические винтовки, пистолеты, пулеметы, также сопровождались бы историческим введением, так как и эти роды оружия (особенно револьверы и пулеметы) имеют свою историю, которая также не освещена в военной историко-технической литературе.

И. Ростовцов

ХРОНИКА

ИНСТИТУТ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР в 1934 г.

В 1933 г. — втором году существования Института — основным заданием его было освоение созданных в 1932 г. организационных форм и начало широких исследований в пределах этих форм. В 1934 г. работы эти должны были дать определенные конкретные результаты в виде готовой научной продукции, что действительно и оказалось в значительной мере выполненным. Поэтому здесь будет упомянут ряд работ, названных также в отчете Института за 1933 год, но в то время как в последнем упоминались ведущиеся и еще незаконченные исследования, здесь перечисляются только исследования законченные или близкие к окончанию.

Две исследовательские ячейки Института, вполне сорганизованные и сформировавшиеся в предыдущие годы — секция истории техники и секция истории физики и математики — широко развернули научную работу по той основной теме — изучению генезиса науки и техники капитализма, которая являлась стержневой для всего Института. Буржуазная история техники и особенно история науки могут похвалиться весьма значительным числом исследований как монографического, так и сводного характера, но все эти исследования без исключения, во-первых, дают совершенно недостаточный и неудовлетворительный анализ, условно говоря, „саморазвития" той или иной отрасли науки или техники вне связи с вызывающей их к жизни и определяющей их социальной средой и, во-вторых, обыкновенно написаны с позиций, для советского читателя совершенно неприемлемых и сводящихся в большинстве случаев либо к технократическим, либо, наоборот, к технофобным тенденциям, тенденциям равно ненаучным.

Институт в своих исследованиях пытался стать на совершенно другой, трудный, но и плодотворный путь. Он стремится анализировать определенные отрасли науки и техники или отдельные единичные явления в этих отраслях в их историческом развитии или на данном этапе этого развития не как изолированные цепи фактов или отдельные факты, а как органические составные части живого исторического целого, то есть в неразрывной связи с производственными отношениями, определяющими это целое, с экономической, политической, культурной средой, с ними связанной. Само собой разумеется, что такой подход сложнее и научно ответственнее, чем обычный подход буржуазных исследований, ибо он, не избавляя ни в какой мере (как это полагали некоторые исследователи) от необходимости глубокого имманентного изучения того или иного научного или технического явления, в то же время требует серьезного изучения ряда других явлений и — что особенно важно для действительно научного проникновения в историческую действительность во всем ее диалектическом многообразии и сложности, — многообразных и часто весьма тонких связей между этими явлениями. При этом,

отказываясь от исхоженных буржуазной историографией троп и дорог, Институт естественно мог только в весьма незначительной мере использовать материал, сообщаемый в старых исследованиях и, конечно, соответственно преломленный ими,—он должен был поднять новые пласты первоисточников, по-новому проанализировать их для того, чтобы подойти к новым выводам.

Под знаком таких перспектив и таких трудностей и проходила в прошлом году работа двух наиболее сформировавшихся секций Института.

Секция истории техники, наиболее старая и наиболее мощная, естественно наиболее далеко продвинула свои исследования и, что было предусмотрено планом, дала наиболее многочисленную продукцию.

По основной теме—изучению техники промышленного переворота на Западе и в России, с привлечением материала предшествующего перевороту, — выполненным оказалось подавляющее большинство исследований, запроектированных планом. Так, законченными, обсужденными на заседаниях и сданными в печать, а частично и выпущенными в свет оказались нижеследующие работы:

а) по Западу

М. А. Гуковский — Обработка металлов в Италии XV—XVI вв. Резьба у Леонардо да Винчи (Архив истории науки и техники, вып. V).

П. П. Забаринекий — К истории изобретения вездеходного экипажа (популярная статья в „Вестнике знания", научное оформление подготовляется).

П. П. Забаринсиий — Паровая повозка Музея ИИНИТ (Архив истории науки и техники, вып. VI).

Н. М. Раскин — История ролла (там же, вып. VI).

Н. М. Раскнн — Бумагоделательная машина Робера (там же, вып. V).

И. А. Ростовцов — Руководства по токарному делу в XVIII в. (там же, вып. VI).

В. А. Каменский — Шведская металлургия XVIII в. в картинах художника Гиллестрема (там же, вып. V) (сверх плава).

б) По России

П. П. Забаринский — Уатт и Россия (там же, вып. V).

П. П. Забаринский — Атмосферная машина Смитона, в Кронштадте (там же, вып. VII).

П. П. Забаринский — Английские чугунные дороги в России (там же, вып. IV).

В. А. Каменекий — Модель Петрозаводской домны конца XVIII в. (там же, вып. VI).

П. Ф. Архангельский — Гидравлическая машина села Архангельского (там же, вып. VI).

Е. А. Цейтлин — Технический переворот в льнопрядении (там же, вып. V и VI).

С. В. Вознесенский — Оборудование Экспедиции заготовления гос. бумаг в начале XIX в. (там же, вып. IV).

С. В. Вознесенский — Изобретатели-самоучки крепостной России.

Я. А. Роках — Возникновение сельскохозяйственного машиностроения в России (там же, вып. IV).

Внештатными сотрудниками Института, которые постепенно входят во все более тесный и органический контакт с Институтом, были выполнены следующие работы, освещающие тот же комплекс вопросов:

А. И. Гамбаров — Оборудование мануфактурной металлургии в России в XVII в. (Архив истории науки и техники, вып. VI).

В. С. Гуревич — Теория металлургии во Франции конца XVIII в.

А. А. Введенский — Кожевенное производство в России XVII—XVIII вв.

Под ту же широкую тему технического переворота подходит и продолжавшееся с 1933 года и далеко незаконченное и в прошлом году изучение технического творчества И. П. Кулибина, в каковой области выполнены нижеследующие работы:

Д. И. Каргин — Perpetuum mobile Кулибина (Архив истории науки и техники, вып. VI).

Н. К. Дормидонтов — Машинные судна Кулибина (там же, вып. V).

И. А. Ростовцев — Самокатная коляска Кулибина (там же, вып. VII).

Примыкая к очерченному кругу работ, но несколько особняком стоит большое исследование акад. С. Г. Струмилина, изучающего производительность труда в русской черной

металлургии на продолжении трех веков с XVII по XX век. Иеследование это дало уже ряд готовых очерков (Архив истории науки и техники, вып. IV, V) и еще не закончено.

Все означенные исследования, которые в дальнейшем должны быть значительно расширены и объединены в некую общую картину, уже и сейчас в своей совокупности дают картину подготовки и самого становления технической революции на Западе и в России несравнимо более полную и яркую, а во многом и отличную от того, что было известно до сих пор об этом моменте, послужившем для Маркса одним из основных объектов социологического и специально историко-технического изучения и до сего времени остающемся, пожалуй, наиболее благодарным для подобного рода исследований.

Весьма важной областью работ секции явилась работа по подготовке большого сводного труда по всеобщей истории техники. Начатая в 1933 г. и рассчитанная на ряд лет, она дала в прошлом году уже первые ощутительные результаты в виде двух готовых томов — первого, посвященного технике доклассового общества, выполненного под руководством проф. Б. Л. Богаевского, й второго — технике древнего Востока, выполненного под руководством И. М. Лурье, в 1935 г. сдаваемых в печать.

Ряд значительных работ секции и ее отдельных сотрудников, а также исследователей, участвующих в ее работе, выходил за пределы основной стержневой темы, будучи однако косвенно связан с ней, ибо все они исследовали появление принципиально-новых технических явлений в технике капитализма. Среди этих работ в первую очередь должны быть названы две: 1) выпущенный под редакцией заведующего секцией акад. В. Ф. Миткевича и составленный Д. В. Ефремовым и М. И. Радовским сборник комментированных материалов но истории динамомашины (40 печ. листов) и 2) сданная в печать монография А. А. Радцига по истории теплотехники. Обе эти работы закладывают первые камни нового здания действительно научной истории энергетики, каковая в области электротехники вообще почти не изучена, что понятно для буржуазного общества, предпочитающего не вдумываться в закономерность развития той отрасли техники, которая явно выводит за пределы его возможностей, в области же теплотехники имеет ряд узких, но ни одной общей сводной работы.

В качестве более мелких, идущих не по стержневой теме работ надо упомянуть:

И. А. Ростовцов — Основные моменты развития велосипеда (Архив истории науки и техники, вып. IV).

П. П. Забаринский — К истории гусеничного трактора и танка (там же, вып. V, и в сокр. виде — в журнале Механ. и Мотор. РККА).

М. И. Радовский — Материалы к истории электродвигателя (Архив ист. науки и техники, вып. III).

Новым и весьма важным разделом работы была работа по социальной теории техники, начатая в отчетном году под руководством заместителя заведующего секцией Х. И. Гарбера и охватившая в той или иной мере всех ее сотрудников. Законченными в отчетном году оказались статьи Х. И. Гарбера — Гносеология и техника (Сборник Ак. Наук СССР памяти В. И. Ленина) и „Понятие Maschinerie у Маркса" (Архив ист. н. и т., в. V). Обе статьи являются частями подготовляемой к печати раборы: „Философия и техника". Ряд же исследований того же порядка других сотрудников будет закончен в 1935 г.

Довольно значительный как по своему удельному весу, так и по значению раздел деятельности секции охватывает исследования и научно-прикладные работы, выполненные по заказам других учреждений. Наиболее крупными и интересными здесь были: а) Разработка тематического плана экспозиции вводного отдела „Дворца техники" (Москва). План этот, охватывающий основные линии всего развития техники, выполненный бригадой под руководством Е. А. Цейтлина, составил внушительные два тома, общим объемом примерно 25 печ. листов. Близкой по типу была работа, проведенная для Института наглядных пособий НКТП, для каковото были выполнены В. А. Каменским и И. А. Роетовцовым экспозиционные планы выставок по истории домны, мартена, токарного и фрезерного станков. Почти полностью выполненной оказалась работа по составлению

аннотированной галлереи электротехников из 200 портретов и биографий, представляющая собой как бы историю электротехники в лицах. Работа эта, заказанная Московским Институтом инженеров электросвязи, велась М. И. Радовским и П. П. Заберинским под руководством акад. В. Ф. Миткевича. Только начата в этом году была секцией работа по изучению истории соледобычи в России, заказанная б. Соляной лабораторией АН и руководимая С. В. Вознесенским.

Другой характер носили два другие договора. Первый — с редакцией Истории фабрик и заводов, которой оказывалась консультационная помощь и для каковой под руководством Е. А. Цейтлина составлена библиография по истории техники на ленинградских предприятиях — работа в 20 печ. листов. Второй договор, заключенный еще в конце 1933 г. с Комитетом Высшего технического образования при ЦИК СССР, обязывал Институт выработать программу общего курса истории техники и поставить в опытном порядке преподавание по ней в двух ленинградских ВТУЗах (Машиностроительном и Текстильном институтах). Работа эта, протекавшая под руководством М. А. Гуковского и Е. А. Цейтлина, была выполнена и представляет новый интересный опыт живой связи между работой исследовательского учреждения и преподаванием соответствующей дисциплины. Не приходится однако скрывать, что осуществление данного договора встретило на своем пути немалые трудности.

Необходимо также отметить проведенный секцией и давший, повидимому, превосходные результаты опыт популяризации исследовательской работы Института в области его стержневой темы: сотрудниками секции под общим наблюдением Института был выпущен в издательстве „Молодая Гвардия" сборник „Техники-изобретатели крепостной России". Несмотря на тираж в 25 000 экземпляров сборник разошелся весьма быстро и уже подготовляется вторым изданием.

Несколько менее широко развила работу секция истории физики и математики, более молодая, но все же уже вполне сформировавшаяся к началу 1934 г. Как и в вышерассмотренной секции, в центре ее работы стояли исследования, группирующиеся вокруг главной стержневой темы работы Института — изучения генезиса науки капитализма — в частности, генезиса и первых шагов классической математики и механики. Тема эта, достаточно мало освещенная в науке должна была разрабатываться в тесной связи с теми проблемами, которые выдвигает переживаемый в настоящее время точными науками переворот. В порядке осуществления ее были выполнены и частично сданы в печать нижеследующие работы:

М. А. Гуковский — Механика Леонардо да Винчи — большое исследование, являющееся результатом работы ряда лет, в основном законченное и сдаваемое в печать в 1935 г.

С. Я. Лурье — Механика Демокрита (Архив истории науки и техники, вып. VII).

С. Я. Лурье — Механика античности — глава из III тома „Всеобщей истории техники".

Обе эти работы были задуманы как необходимые вводные штудии, без которых нельзя было подойти к разработке основной темы, за строгие рамки каковой они выходят.

М. Я. Выгодский — Г. Монж и возникновение дифференциальной геометрии (Архив ист. н. и т., вып. VI).

Л. С. Полак — Лагранж и принцип наименьшего действия (там же, вып. V).

А. А. Елисеев — В. В. Петров и физика в России конца XVIII — нач. XIX в. Часть I. Физические кабинеты.

Г. Э. Гариг — Механика Д. Кардано (Архив истории науки и техники, вып. VII).

К той же серии работ должно быть отнесено и проведенное акад. А. Н. Крыловым большое и исключительно интересное исследование о ньютоновом методе составления таблиц астрономической рефракции (Архив истории науки и техники, вып. V).

Все названные работы, вместе взятые, являются еще слишком разрозненными для того, чтобы можно было говорить о цельной картине возникновения современной науки, но, являясь свежими и оригинальными на фоне буржуазной литературы как по материалу, изученному исключительно из первых рук, так и по методу, положенному в их основу, они в своей совокупности де-

лают уже первые крупные шаги по пути к такой обобщающей работе.

В параллель к ведущейся секцией истории техники большой сводной работе по всеобщей истории техники, секция истории физики и математики приступила в отчетном году к большому исследованию по „Истории атомистики“.

Работа эта, ведущаяся под руководством акад. А. М. Деборина и С. Ф. Васильева довольно значительно продвинулась в своей реализации.

Большая и серьезная работа начата также в прошлом году секцией, по заданию Гос. Технико-теоретического издательства, над составлением I и VII томов подготовляемого издательством собрания сочинений Ньютона. Названные тома должны охватывать: первый — жизнь и эпоху Ньютона в освещении оригинальных источников и седьмой — переписку Ньютона. Работа эта ведется под руководством заведующего секцией акад. С. И. Вавилова.

Из работ секции, выходящих за пределы стержневой темы, необходимо назвать следующие:

С. Р. Лурье — Вавилон и пифагорейские пирамидальные числа (Архив истории науки и техники, вып. VII).

Г. Э. Гариг — Д. К. Максвелл. Опыт научной биографии (Архив истории науки и техники, вып. VI).

Г. Э. Гариг — Ленин и физика (сборник „Памяти В. И. Ленина“).

Л. С. Полак — Гамильтон и принцип наименьшего действия (Архив истории науки и техники, вып. VII).

Из внешних выступлений секции необходимо отметить участие ее в лице М. Я. Выгодского в работе Всесоюзного математического съезда.

Секция истории агрикультуры является еще более молодой в системе Института, но несмотря на это она, будучи в значительной мере финансируема заинтересованными в ее работе учреждениями, развила в 1934 г. деятельность весьма широкую. Из ряда крупных работ, начатых ею в порядке предварительной разработки материала по наиболее важным, узловым моментам развития агрономии и агротехники, в прошлом году закончены нижеследующие: Сделан перевод агротехнических отрывков римских писателей — Катона, Колумеллы, Плиния и Палладия — и М. Е. Сергеенко дан ряд статей по римской агротехнике (Архив истории науки и техники, вып. IV и VII).

Сделан перевод агротехнических отрывков средневековых писателей — работа эта, ведшаяся под руководством О. А. Добиаш-Рождественской, впервые ввела в научный оборот чрезвычайно интересный и важный материал и с соответствующими комментариями. Работа назначена к изданию в 1935 году.

Подобраны Э. Д. Гриммом и исследованы материалы по истории сельского хозяйства в Германии XVIII в.

Подобраны и изучены Н. С. Чаевым чрезвычайно интересные и важные для современной агрономии материалы по земледелию на севере России.

Наконец особого упоминания заслуживает начатая и значительно продвинутая секцией работа по изучению сельскохозяйственной истории одного условно выбранного пункта, Ракитянского района, каковой район изучается на протяжении всей его истории, идущей от вотчины до советской колхозно-совхозной системы.

Работа эта начата совместными силами историков и сельскохозяйственных работников в Москве, Ленинграде и на месте, и в некоторой своей части уже закончена и представляет весьма большой интерес как первая попытка подобного рода в советской науке.

Работа секции истории биологии продолжала оставаться в значительной степени подготовительной, поскольку финансовое положение Института не позволяло выделить на это дело ни штатных работников, ни особых средств. Несмотря на это, определенная группа исследователей не прекращала работы в этом направлении, подготовляя кадры и темы для намеченного в 1935 г. начала планомерной работы и осуществляя отдельные мероприятия. Наиболее крупным из них было проведение торжеетвенного заседание в память 100-летия со дня рождения Э. Геккеля с докладами:

акчд. В. Л. Комарова — Геккель и теория эволюции,

Ю. Ю. Шакселя — Геккель как человек и ученый (по-немецки),

Г. И. Мэллера — Геккель и генетика (по-английски),

Я. М. Урановского — Философские воззрения Геккеля.

В плане работы секции протекали некоторые исследования Ю. Ю. Шакселя, из которых надлежит упомянуть следующие:

Ленин и биология (сборник „Памяти В. И. Ленина"),

История механики развития (в работе).

Секцией установлен тесный контакт с кабинетом истории биологии ВИЭМ и выработан детальный план совместной работы на 1935 г.

Секция истории Академии Наук, как и в 1933 г., во-первых, занималась разработкой и выявлением тех фондов Архива АН, которые дают материал для истории научной деятельности Академии, во-вторых, подготовляла исследовательские работы на этом материале. При этом, если первая отрасль работы оставалась примерно на том же уровне, что и раньше, то вторая значительно развилась и дала уже ряд, хотя и сравнительно небольших, но вполне оригинальных и подымающих ранее неизученный материал работ. Таковы исследования:

И. И. Любименко — Основание Российской Академии (Арх. и. н. и т., в. VI).

И. И. Любименко — Переписка акад. А. И. Лекселя (там же, вып. VII).

И. И. Любименко — Здание Кунсткамеры в XVIII в. (Вестник АН № 4, 1934 г.).

В. П. Тарановича — о научной деятельности академических экспедиций, в частности—экспедиции акад. И. Лепехина (Архив и. н. и техн., вып. IV — V) и 2-й Камчатской экспедиции.

Г. А. Князева — о Менделееве и Академии Наук (Арх. и. н. и т., вып. VI).

Г. А. Князева — об Академии Наук в империалистическую войну.

Из исследований, не связанных с секцией штатными или договорными отношениями лиц, назовем работы:

М. А. Полиевктова — Из истории академического кавказоведения,

А. Э. Серебрякова — Основные моменты истории Зоологического музея АН.

Музей Института, уже почти закончивший к весне отчетного года подготовку в „митрополичьих покоях" б. Александро-Невской лавры первой своей экспозиции, посвященной „науке и технике накануне промышленного переворота", должен был в связи с общим перемещением учреждений Академии Наук, вызванным переездом значительной части Академии в Москву, в срочном порядке переехать в другое помещение — в главное здание АН, на Университетской набережной. Перевозка нескольких тысяч экспонатов, в большинстве весьма хрупких, была осуществлена в очень короткий срок и почти без всяких повреждений, но необходимость размещать экспонаты в помещении, совершенно отличном от прежнего, а также необходимость в ремонте и приспособлении самого этого помещения, естественно, очень сильно задержали завершение экспозиции, закончить каковую музей предполагает только к середине 1935 года. Музей регулярно пополнялся новыми экспонатами; некоторые из них представляют весьма значительный интерес — так, можно упомянуть шеститомный гербарий нач. XVIII в., коллекцию механических часов XVIII в., ряд физических и химических приборов начала XIX в., весьма богатую коллекцию астрономических инструментов с XVII по начало XIX в. и мн. др. Регулярно велось и научное описание, неразрывно связанное с углубленным изучением музейных экспонатов, нашедшее отражение в нескольких специальных исследованиях — В. А. Каменского, П. П. Забаринского (см. выше) и др.

Большая, хотя и незаметная работа выпала в прошлом году на долю кабинета и библиотеки Ин-та. Значительное расширение научной работы неизбежно повлекло за собой усиление спроса на научную литературу, каковую кабинет все более систематически концентрировал в своих фондах, если дело касалось специальной иоторико-научной или историко-технической продукции, или же получал на время из Библиотеки АН, других библиотек Союза и из-за границы. Кабинетом в прошлом году была проведена полная проверка и перешифровка всех его фондов, а каталожный аппарат значительно усовершенствован. Регулярно велась библиографическая работа в пределах специальностей Института.

Из общеинститутских научных предприятий необходимо в первую очередь упомянуть два проведенных Институтом торжественных заседания, посвященных:

Первое — полуторастолетию первого полета воздушного шара с докладами: Н. А. Рынина — 150 лет воздухоплавания, П. А. Молчанова — История развития методов исследования атмосферы, Федосеенко (погибшего затем командира стратостата Осоавиахим) — Стратостат „Осоавиахим".

Второе — 100-летию смерти акад. В. В. Петрова с докладами: акад. В. Ф. Митkeвича — вступительное слово, С. Н. Чернова — В. В. Петров и Академия Наук, В. И. Лебединского — Работы В. В. Петрова по электричеству, Б. Н. Меншуткина — В. В. Петров как химик, акад. С. И. Вавилова — работы В. П. Петрова по люминисценции.

Продолжали развиватьея международные научные связи Института. Так, по поручению Института М. А. Шангиным в отчетном году была закончена ведшаяся им в течение ряда лет работа над составлением каталога греческих астрологических рукописей, хранящихся в СССР; означенный каталог является одним из томов международного издания, выпускаемого в Париже, куда он и отправлен для опубликования.

Впервые в 1934 г. Институтом получена для опубликования в „Архиве" интересная статья американского исследователя Т. Т. Рида, посвященная спорному и запутанному вопросу происхождения чугунного литья. Также впервые из одного из иностранных хранилищ — Миланской Амброзианы — была получена копия до сего времени неопубликованного и неизученного физико-математического трактата XIV века, принадлежащего Биаджио Пелакини. Тесная связь установлена с Дублинским университетом по изучению научного творчества Гамильтона. Наконец, обмен научными изданиями с рядом иностранных учреждений продолжался весьма интенсивно.

Работы Института в области популяризации тех или иных результатов его работы были упомянуты уже выше по отдельным секциям.

В качестве весьма важного организационного события в жизни Института следует упомянуть переезд его в новое, значительно более обширное и лучше приспособленное для научной работы помещение.

Наконец, в области издательской работы нужно, как и в прошлом году, констатировать очень значительное отставание темпов от работы научной, объясняемое крайней медленностью работы Издательства АН. Выпущенными Институтом в отчетном году оказались в значительной степени работы, законченные в предыдущем году, а именно:

1. Архив истории науки и техники, вып. 3 и 4 (всего 60 печ. листов).

2. История днинамомашины — источники и материалы. Состав. Д. В. Ефремов и М. И. Радовский, под ред. акад. В. Ф. Миткевича (40 печ. листов).

3. О. А. Добиаш-Рождественская — Корбийский скрипторий (10 печ. листов).

4. М. Я. Выгодский — Галилей и инквизиция (в Гос. технико-теорет. изд.) (12 печ. листов).

То есть всего выпущено Институтом в 1934 году 122 печатных листа научной продукции.

М. Гуковский

НОВАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ СЕКТОРА ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭРМИТАЖА

Сектор художественной промышленности Государственного эрмитажа — б. Музей Штиглица — представляет собой одно из богатейших собраний предметов прикладного искусства в Европе. Открытый в 1896 г. в специально построенном и оборудованном здании, музей имел своей задачей не только служить хранилищем предметов художественной промышленности, но и обслуживать нужды открытого одновременно художественного училища.

Собранные здесь экспонаты и легли в основу нынешней выставки, развернутой в апреле 1927 г. В этой экспозиции были пред-

ставлены три отрасли прикладного искусства: ткани и шитье, мебель и резьба по дереву, а также тканые картины, т. е. шпалеры, и изделия Парижской мануфактуры — гобелены. Своей задачей музей ставил показать „не только специалистам-ремесленникам и художникам-прикладчикам, но и рядовому массовому посетителю, наиболее полную и ясную картину постепенного развития этих трех ремесл, в смысле технических и художественных особенностей в этой области на протяжении многих столетий; дать понятие о том, какие материалы применялись и что из них возможно было извлечь". Для выполнения этой задачи музей не давал каких бы то ни было принципиально новых методов экспозиции, как, впрочем, не давала их и практика работы аналогичных музеев Западной Европы (Лионского музея шелковых тканей, Берлинского Kunstgewerbemuseum и Кенсингтонского). Надо добавить, что большинство выставленных предметов не было даже подвергнуто научной обработке.

Приступив к подготовке новой экспозиции, коллектив работников Сектора в 1931—1932 г. пришел к выводу о необходимости не ограничиваться одним показом готовых продуктов производства, но и иллюстрировать самую технику их изготовления. Для этой цели экспозиция была пополнена моделями, чертежами, схемами механизмов, аппаратов и орудий, применяемых в художественной промышленности, а также демонстрацией приемов и методов обработки сырых материалов. Это, с одной стороны, помогало приближению экспонатов к посетителю, облегчая ему лучшее понимание техники производства выставленных вещей, а, с другой — содействовало более детальной научной обработке самих памятников, в частности, лучшей их датировке. Естественно, что эта работа ни в коей мере не перекрывала ведущейся в музее работы по анализу художественного оформления выставленных предметов.

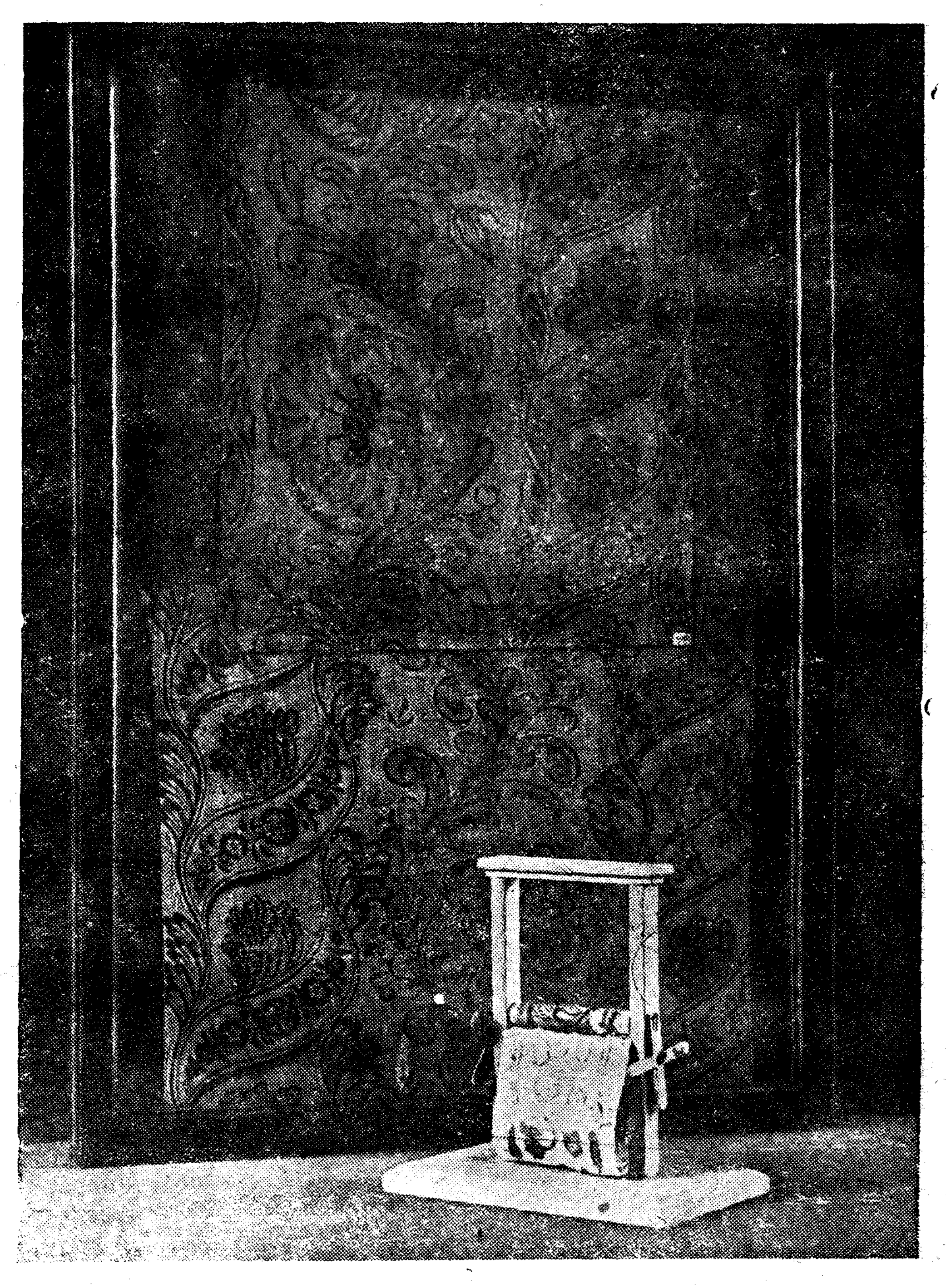
Пополнение экспозиции новыми экспонатами потребовало напряженной работы, носившей, собственно говоря, историко-технический характер. Но в своем нынешнем виде выставка позволяет посетителям музея, как специалистам, так и неспециалистам, не только поражаться сложности и красоте выставленных предметов, но и проникать в технику изготовления высокохудожественных тканей, мебели, гобеленов. Это же обстоятельство помогает посетителю понять зависимость художественных замыслов от технических возможностей их выполнения.

Центральное место в экспозиции Сектора занимает собрание образцов текстиля, единственное в своем роде по богатству и разнообразию материала. Самым ранним экспонатом являются подлинные образцы тканей эпохи свайных построек (Робенгаузен, Швейцария), относимые к эпохе за 3000 лет до н. э. Техника изготовления этих тканей становится ясной благодаря выставленной здесь же реконструкции модели ткацкого станка той эпохи. Следующими по времени являются египетские ткани, техника производства которых также показывается наглядными схемами и фотографиями. Редчайшие хранящиеся в музее образцы коптских тканей (VI — VIII вв. н. э.) тоже „раскрыты" перед посетителем — техника их производства, близко подходящая к технике штопки, дожила до наших дней в производстве тканых картин. Единичные образцы тканей X, XII и XIII вв. все же достаточно разнообразны для того, чтобы по ним судить о технических достижениях этой эпохи. XIV в. представлен несравненно богаче — множество образцов итальянских тканей дают возможность охарактеризовать этот период не только с художественной, но и с производственно-технической стороны. Этому содействуют выставленные модели ручного ремизного ткацкого станка и ручного колеса для прядения — основных механизмов текстильной техники той эпохи.

Текстильное производство Италии и Германии XV столетия представлено также образцами всех видов тканей. Тут посетитель найдет гладкие шелковые ткани, одноцветные и многоцветные бархаты. Здесь же находятся модели круглой сновальни и кегельного станка, которые широко применялись для производства этих тканей. XVI столетие представлено образцами германских, испанских, французских и русских шелковых тканей, бархатов, кружев и вышивок. Фотографии и модели самопрялок и ткацкого станка для выработки бархата знакомят посетителя с арсеналом текстильной техники этого времени. Шелковые ткани, бархаты, кружева, вышивки и набойка Италии, Франции, Германии, Фландрии и России представляют



Фиг. 1. Модель узорчатого станка в Секторе художественной промышленности Государственного эрмитажа.



Фиг. 2. Модель набойки в Секторе художественной промышленности Государственного эрмитажа.

производство тканей XVII столетия, а модель узорчатого станка с образцом техники броше показывает технические достижения этого века. Многочисленные чертежи, рисунки и модели демонстрируют технический переворот, пережитый текстильной промышленностью в XVIII в. В музее находятся модели прялки Дженни, ткацкого станка с летучим челноком Кея, чертежи и рисунки ватера Аркрайта, узорчатых станков Бушона и Фалькона и барабанных станков. Ткани XVIII в. представлены образцами вышивок, гладких шелковых тканей и набоек Фландрии, Франции и Германии. Россия XVIII в. представлена образцами тканей производства Шпалерной мануфактуры.

Ткани XIX в. отражены французскими и русскими образцами. Французский отдел составлен из образцов знаменитых лионских шелковых тканей, русское текстильное производство представлено тканями ручного и механического производства. Экспозиционным центром отдела является ручной ткацкий станок Жаккара на рабочем ходу. Модели хлопчатобумажной прядильной машины, чертежи и фотографии механического ткацкого станка показывают дальнейший прогресс текстильной техники. Очень интересной и единственной в своем роде является выставка образцов советского текстиля. Эта выставка составлена из многочисленных образцов хлопчатобумажных, льняных и шелковых тканей, а также кружев и вышивок.

Специальная выставка набойки показывает развитие набоечного дела вплоть до современности; экспозиция иллюстрируется показом техники ручной набойки — изготовления форм и самого процесса набойки (набоечный стол с шасси и сушилкой, запарный котел). Техника набойки представлена также моделями печатных машин конца XVII и начала XVIII вв., чертежами и фотографиями дальнейшего развития печатных машин.

Заканчивая подготовку печатного каталога, отдел тканей произвел глубокий технический анализ всех имеющихся образцов для выявления материала, плотности и переплетения нитей основы и утка. Это позволило подойти к выяснению того типа ткацкого станка, на котором могли быть изготовлены данные ткани. Такая работа уже проделана вплоть до XIV в. По линии художественного оформления произведено восстановление узоров и раппорта многих фрагментов тканей и анализ их композиционных форм.

Верхний этаж музея занимают выставки мебели и тканых картин-гобеленов. Выставка мебели представляет также одну из наиболее богатых коллекций предметов этой отрасли художественной промышленности. Здесь отражены все разнообразие форм и полная картина развития техники мебельного производства с эпохи феодализма до наших дней.

Вся экспозиция этой выставки также сопровождается дополнительным и объяснительным технико-производственным материалом. Последний состоит из чертежей наиболее характерных экспонатов каждой эпохи, разборных моделей столярных соединений, встречающихся в исторической мебели, и образцов декорировки мебели. Чертежи конструкций мебели должны помочь посетителю разобраться в конструкции каждого экспоната, раскрыть те детали ее, которые скрыты под окраской и фанеровкой или замаскированы каким-либо другим образом. Эти чертежи сильно облегчают проведение экскурсий по развитию мебелестроения с XIV по XX век. Выявленные три основные производственные системы столярного мастерства (ящичная вязка, рамочная вязка, фанеро-переклеечная система) должны познакомить посетителя с методом соединения деталей мебели. Почти весь историко-технический материал сосредоточен в вводной части выставки мебели. Эта часть имеет своей задачей показать и развитие столярного инструментария. Всем комплексом историко-технических экспонатов (включенных в экспозицию или еще находящихся в стадии доработки) отделение мебели хочет дать развернутую картину эволюции мебелестроения как со стороны конструктивной, так и со стороны развития орудий труда.

Выставка шпалер (тканых картин) составлена из образцов начиная с XV столетия вплоть до XIX в. Техника шпалерного производства представлена рядом фотографий, изображающих отдельные моменты производственного процесса.

В целом проделанный Сектором опыт уже сейчас необходимо признать удав-

шимся. Смелым введением нового материала значительно пополнена и улучшена экспозиция, что в свою очередь улучшило обслуживание как специалистов, так и массового посетителя. Кроме того, этот новый момент несомненно должен привлечь к музею и совершенно новый слой посетителей—студентов ленинградских втузов, для которых новый материал служит прекрасной иллюстрацией к курсу истории техники.

Н. Раскин

ПОПОЛНЕНИЕ ИСТОРИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И ИСТОРИКО-НАУЧНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ DEUTSCHES MUSEUM в 1933—1934 г.

Несмотря на тяжелое финансовое положение культурно-просветительных учреждений Германии, Мюнхенский „Немецкий музей" (Deutsches Museum) в течение 1933—34 г. значительно пополнил экспозицию ряда своих научных и технических отделов, главным образом за счет пожертвований со стороны разных фирм и отдельных деятелей науки и техники. В числе поступивших приборов, машин, рисунков, чертежей и т. д. имеется много исторических экспонатов, представляющих значительный интерес. Отдел „обработка металла" получил переданный Лейпцигской станкостроительной фирмой Pittler экземпляр ее первого револьверного станка 1893 года и вместе с тем, для сопоставления и для рекламы;—новейший такой же станок образца 1934 года.

Отдел транспорта и связи пополнился несколькими историческими экспонатами. Главным директором Управления почт и телеграфов передана музею альпийская почтовая карета. Подобные кареты, приспособленные для запряжки пяти лошадей и имевшие до 8 пассажирских мест, были важнейшим средством передвижения через Швейцарские Альпы до сооружения здесь железных дорог. Большой интерес представляет также один из первых электровозов, построенный в 1899 г. швейцарским паровозо- и машиностроительным заводом в Винтертуре, причем электрооборудование было выполнено известной фирмой Броун, Бовери и К°.

Весьма богатая коллекция по кинематографии пополнилась подлинным аппаратом, которым пользовался в 1892 году известный физик F. Kohlrausch при своих исследованиях так наз. турнеровских движений. Отдел беспроволочной телеграфии развернул в 1933—1934 г. экспозицию, представляющую развитие современных передаточных и приемных аппаратов.

ИСТОРИЯ НАУКИ В РУМЫНИИ

В связи с состоявшимся в апреле 1934 г. открытием конгресса Румынской ассоциации поощрения наук, впервые возобновившего свою деятельность после мировой войны, в Бухаресте был организован ряд выставок, из которых некоторые представляют значительный иеторико-научный интерес.

Общество хирургии во главе с его президентом, проф. Jапи устроило выставку, посвященную истории румынской хирургии. Среди имевшихся здесь предметов были выставлены рукописи, инструменты, книги и проч., принадлежавшие известному румынскому медику Ch. Davilla, с именем котерого связано введение в Румынии медицинского преподавания.

Другая выставка, организованная Румынской Академией Наук, была посвящена истории научной румынской литературы, и здееь демонстрировались старинные румынские книги по различным отраслям знания.

„Archeion" 1934.

ИСТОРИЯ ДОРОГИ И ДОРОЖНОГО ДЕЛА

В связи с огромным вниманием, которое уделяется в Германии дорожному строительству и которое обусловлено не етолько хозяйственными, сколько стратегическими соображениями, а также в связи с состоявшимся в Мюнхене VII Международным дорожным конгрессом, в июне — сентябре 1934 года в Мюнхене была открыта обшир-

ная выставка, посвященная дорожному делу и носившая название „Дорога" (Die Strasse).

На выставке, помимо техники современного дорожного дела и проблем, связанных с развитием нынешней дорожной сети Германии, много места было отведено истории этой области строительного дела как в Германии, так и в других странах. Кроме экспозиционного показа исторической стороны вопроса, большой исторический материал содержит путеводитель по выставке, в котором эти моменты освещены чрезвычайно подробно и обстоятельно. В исторической части каталога наиболее обширный отдел носит название: „Первобытная эпоха, римское время и раннее средневековье"; здесь содержится, между прочим, описание деревянной мостовой, относящейся приблизительно к X веку до нашей эры, остатки которой были недавно обнаружены в одном из болот нынешней Германии. Развитию сети германских дорог в эпоху позднего средневековья посвящен особый отдел путеводителя. Особые очерки посвящены также роли дороги в истории немецкой культуры и истории германского почтового дела и почтовых сношений.

„Technikgeschichte", 1934.

ПАМЯТИ КАПИТАНА ДЖЕМСА КУКА

15 октября 1934 года в г. Мельбурне состоялась торжественная передача городскому совету коттеджа, принадлежавшего родителям знаменитого английского мореплавателя XVIII в. Джемса Кука (Cook, 1728—1779). Коттедж был приобретен в Англии неким W. R. Grimwald'ом и привезен в разобранном виде в Австралию. Одновременно в Грейт-Эйтоне, в Иоркшире, на месте, где находился коттедж, поставлен памятник, посвященный открытию Куком восточного берега Австралии. Он имеет вид обелиска и высечен из гранитной глыбы, доставленной с мыса Эверарда, расположенного возле пика Гика, получившего свое название по имени спутника Кука, лейтенанта Hick, увидевшего первым 19 апреля 1770 г. неизвестный до тех пор восточный берег Австралии. Об этом событии высечена соответствующая надпись на обелиске.

„Nature", № 3391, 1934.